



Departamento de Historia, Teoría y Composición Arquitectónicas.  
Universidad de Sevilla

---



Tesis Doctoral

## **EL FUTURO PATRIMONIAL DE LOS CONJUNTOS HABITACIONALES DE PRINCIPIOS DE SIGLO XX EN SANTIAGO ORIENTE, CHILE.**

*PUESTA EN VALOR Y ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ARQUITECTURA  
PATRIMONIAL EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS EN LA COMUNA DE  
ÑUÑO A.*

ARQUITECTURA Y PATRIMONIO CULTURAL - AMBIENTAL

Dirigida por:

**Dr. Félix Escrig Pallarés**  
**Dr. Mariano Pérez Humanes**

Doctoranda:

**Doña Isabel María García García**

Santiago, Marzo 2014.





## INDICE

### AGRADECIMIENTOS

|                    |    |
|--------------------|----|
| INTRODUCCIÓN ..... | 11 |
|--------------------|----|

### 1ª PARTE: LOS CONJUNTOS HABITACIONALES DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX EN SANTIAGO DE CHILE.

|                         |    |
|-------------------------|----|
| 1.0. INTRODUCCIÓN ..... | 14 |
|-------------------------|----|

|   |    |
|---|----|
| 1.1. LA DISPERSIÓN DE LA CIUDAD Y LA IDEOLOGÍA ANTIURBANA ..... | 19 |
|---|----|

|  |    |
|--|----|
| 1.2. LA COMUNA DE ÑUÑO A .....   | 27 |
| 1.2.1. El Asentamiento de Ñuñoa: Antecedentes .....  | 27 |
| 1.2.1.1 Pueblos indígenas a la llegada de los españoles .....  | 28 |
| 1.2.1.2 Siglo XVII. El "pago de Ñuñoa" .....   | 34 |
| 1.2.1.3 Siglo XVIII. Fin de La Colonia .....   | 35 |
| 1.2.1.4 Siglo XIX. Vida Republicana .....  | 43 |
| 1.2.1.5 Siglo XX. Época aristocrática, expansión y modernidad .....                                    | 61 |
| 1.2.1.6 Segregaciones de la comuna durante el siglo XX .....   | 66 |
| 1.2.2. Formación de los primeros Conjuntos Habitacionales .....  | 67 |
| 1.2.3. La Comuna de Ñuñoa en peligro: situación actual .....   | 75 |
| 1.2.3.1 Amenazas a la densidad .....   | 77 |
| 1.2.3.2 Impacto urbano y efectos ambientales de los edificios en altura que emergen en la comuna ..... | 81 |
| Glosario .....   | 83 |

### 2ª PARTE: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ARQUITECTURA PATRIMONIAL EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS EN LA COMUNA DE ÑUÑO A.

|   |    |
|---|----|
| 2.1. ANÁLISIS TIPOLOGICO Y CONSTRUCTIVO .....   | 86 |
| 2.1.1 Tipologías de vivienda económica en Ñuñoa a fines del siglo XIX y principios del XX .....                               | 86 |
| 2.1.1.1. Sistemas arriostrados .....  | 90 |
| 2.1.1.2. Sistemas a base de muros.....  | 94 |
| 2.1.1.2.1. Casas con muros de adobe en perímetro, muros medianeros en ladrillo y tabiques de madera interiores .....          | 94 |
| 2.1.1.2.2. Casas con muros perimetrales y medianeros en ladrillo sin cadena de refuerzo y tabiques de madera interiores ..... | 97 |





|   |            |
|---|------------|
| 2.1.1.2.3. Casas con muros perimetrales y medianeros en ladrillo con cadena de hormigón armado de refuerzo y tabiques de madera interiores .....  | 101        |
| 2.1.1.2.4. Casas con muros exteriores e interiores en albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales en hormigón armado con entrepisos flexibles .....                 | 103        |
| 2.1.1.2.5. Casas con muros exteriores e interiores en albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales en hormigón armado con entrepisos rígidos de hormigón armado..... | 106        |
| <b>2.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE TECHUMBRE EN LOS CONJUNTOS DE ESTUDIO.....</b>  | <b>110</b> |
| <b>2.3. COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS DE FÁBRICA .....</b>  | <b>124</b> |
| 2.3.1. Introducción .....   | 124        |
| 2.3.2. Fallas en muros de soporte .....   | 128        |
| 2.3.3. Reparación y refuerzo estructural .....  | 133        |
| 2.3.4. Características del modelo en estudio .....  | 141        |
| <b>2.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA SIMPLE UTILIZADOS EN LA TESIS. ....</b>   | <b>146</b> |
| 2.4.1. Evaluación de la albañilería simple basada en el Método Estático .....   | 147        |
| 2.4.2. Evaluación de la albañilería simple. Método Modal Espectral .....  | 150        |
| <b>2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS SÍSMICO PARA MUROS DE FÁBRICA .....</b>   | <b>152</b> |
| 2.5.1. Método basado en el Equilibrio de Fuerzas .....  | 152        |
| 2.5.2. Método basado en el Análisis Elástico Lineal .....   | 153        |
| 2.5.3. Método basado en el Análisis no Lineal .....   | 155        |
| 2.5.4. Método basado en Análisis Dinámico .....   | 156        |
| 2.5.5. Métodos de Análisis Sísmico establecidos por la Norma Chilena Nch 433 de 1996 modificada en 2009 y 2011 .....  | 158        |
| 2.5.5.1. Análisis Estático .....  | 158        |
| 2.5.5.2. Análisis Modal Espectral .....   | 158        |
| <b>2.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE TABIQUES INTERIORES DE LOS CONJUNTOS ESTUDIADOS .....</b>  | <b>159</b> |
| 2.6.1. Análisis estructural de entramados horizontales en los conjuntos en estudio .....  | 159        |
| 2.6.2. Análisis estructural de entramados verticales en los conjuntos en estudio .....  | 163        |







|   |     |
|---|-----|
| <b>2.7. PROCEDIMIENTO PARA CÁLCULO ESTRUCTURAL<br/>DE CIMIENTOS (FUNDACIONES) EN CONJUNTOS ESTUDIADOS</b> | 169 |
| <b>2.8. ESTUDIO DE CASOS EN LA COMUNA DE ÑUÑO A</b>   | 173 |
| 2.8.1. Caso Conjunto Elías de La Cruz   | 173 |
| 2.8.1.1. Ficha Conjunto Elías de la Cruz  | 173 |
| 2.8.1.2. Presentación de Conjunto   | 175 |
| 2.8.1.3. Ficha de Presentación Tipologías.  | 178 |
| 2.8.1.4. Análisis estructural   | 194 |
| 2.8.2. Caso Conjunto La Colmena   | 204 |
| 2.8.2.1. Ficha Conjunto La Colmena  | 204 |
| 2.8.2.2. Presentación de Conjunto   | 209 |
| 2.8.2.3. Ficha de Presentación Tipologías.  | 215 |
| 2.8.2.4. Análisis estructural   | 229 |
| 2.8.3. Caso Conjunto Leopoldo Urrutia   | 235 |
| 2.8.3.1. Ficha Conjunto Leopoldo Urrutia.   | 235 |
| 2.8.3.2. Presentación de Conjunto   | 246 |
| 2.8.3.3. Ficha de Presentación Tipologías.  | 250 |
| 2.8.3.4. Análisis estructural   | 262 |
| 2.8.4. Caso Conjunto Crescente Errázuriz  | 269 |
| 2.8.4.1. Ficha Conjunto Crescente Errázuriz.  | 269 |
| 2.8.4.2. Presentación de Conjunto   | 276 |
| 2.8.4.3. Ficha de Presentación Tipologías.  | 279 |
| 2.8.4.4. Análisis estructural   | 284 |
| 2.8.5. Caso Conjunto Núñez de Arce  | 296 |
| 2.8.5.1. Ficha Conjunto Núñez de Arce.  | 296 |
| 2.8.5.2. Presentación de Conjunto   | 307 |
| 2.8.5.3. Ficha de Presentación Tipologías.  | 311 |
| 2.8.5.4. Análisis estructural   | 323 |
| Glosario  | 331 |





### **3ª PARTE: EL FUTURO DE LOS CONJUNTOS HABITACIONALES**

|   |     |
|---|-----|
| <b>3.1. INTRODUCCIÓN</b>                            | 336 |
| <b>3.2. CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD</b>              | 336 |
| 3.2.1. Viabilidad Tecnológica.                      | 339 |
| 3.2.1.1. Principios de la Restauración Crítica      | 339 |
| 3.2.2. Componentes de la sostenibilidad             | 341 |
| 3.2.2.1. Componente social                          | 341 |
| 3.2.2.2. Componente cultural                        | 341 |
| 3.2.2.3. Componente económica                       | 342 |
| 3.2.2.4. Componente político- administrativa        | 342 |
| 3.2.2.5. Componente físico- ambiental               | 342 |
| 3.2.3. Lineamientos de Intervención                 | 342 |
| 3.2.3.1. Caso Elías de La Cruz                      | 346 |
| 3.2.3.2. Caso La Colmena                            | 348 |
| 3.2.3.3. Caso Leopoldo Urrutia                      | 350 |
| 3.2.3.4. Caso Crescente Errázuriz                   | 353 |
| 3.2.3.5. Caso Núñez de Arce                         | 354 |
| <b>3.3. INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL</b>                | 355 |
| 3.3.1. Creación del cargo de Inspección Estructural | 355 |
| 3.3.1.1. Inspección de edificios                    | 355 |
| 3.3.1.2. Inspección del suelo de fundación          | 356 |
| 3.3.2. Intervenciones a la legislación vigente      | 357 |
| <b>3.4. CONCLUSIONES</b>                            | 359 |
| 3.4.1. Imagen actual versus imagen futura           | 359 |
| 3.4.2. Modelos sismorresistentes                    | 361 |
| Glosario  | 366 |

### **4ª PARTE: BIBLIOGRAFÍA**

### **5ª PARTE: ANEXO**

|   |     |
|---|-----|
| <b>5.1. LOS SISMOS Y LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE</b>                           | 382 |
| 5.1.1. Introducción   | 382 |
| 5.1.2. Geología Regional Zona Central de Chile                              | 384 |
| 5.1.3. Tipos de Suelo en Santiago   | 389 |
| 5.1.4. Normativa para el diseño y construcción<br>sismorresistente en Chile | 390 |





|  |            |
|--|------------|
| 5.1.4.1. Evolución de los Reglamentos de Construcción<br>y Normas de Diseño Sísmico Vigentes ..... | 390        |
| 5.1.4.2. Ley y Ordenanza General de Construcciones y<br>Urbanización de 1949 .....                 | 392        |
| 5.1.4.3. La Norma NCh 433 Of.1972 .....  | 394        |
| 5.1.4.4. NCh 433 Of. 1996 Modificada 2009 y 2011 .....   | 396        |
| 5.1.5. Ingeniería sísmica en Chile .....   | 411        |
| 5.1.5.1. Desarrollo histórico de la Ingeniería Sísmica en Chile .....                              | 411        |
| 5.1.5.2. Grandes Sismos Chilenos. ....   | 417        |
| - Efectos en las Construcciones .....  | 417        |
| - Valparaíso (1906) .....  | 417        |
| - Vallenar (1922) .....  | 420        |
| - Talca (1928) .....   | 422        |
| - Chillán (1939) .....   | 423        |
| - Sur de Chile (Valdivia) (1960) .....   | 426        |
| - Zona Central (1985) .....  | 431        |
| - Concepción (2010) .....  | 433        |
| 5.1.6. Prevención de Desastres Sísmicos .....  | 440        |
| 5.1.6.1. Educación para la Prevención de Desastres .....   | 440        |
| 5.1.6.2. Protección Civil .....  | 443        |
| 5.1.6.3. Agencias Internacionales de Ayuda .....   | 444        |
| 5.1.6.4. Monitoreo Sísmico .....   | 446        |
| <b>5.2. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE CASOS .....</b>   | <b>449</b> |
| 5.2.1. Elías de la Cruz  |            |
| 5.2.2. La Colmena  |            |
| 5.2.3. Leopoldo Urrutia  |            |
| 5.2.4. Crescente Errázuriz   |            |
| 5.2.5. Núñez de Arce   |            |





*“No debemos esperar que los demás cambien... somos nosotros quienes deberemos cambiar”.*

Jim Rohn.





Hago homenaje al inolvidable gran maestro Doctor arquitecto Félix Escrig Pallarés, a quién esperaba conocer pronto en persona, pero lamentablemente no fue posible, pues ya no está físicamente con nosotros. Aunque nuestra comunicación fue exclusivamente a través de Internet y envíos por correo aéreo, siempre sentí cercanía en sus comentarios y observaciones, aun cuando no siempre fue fácil resolverlos. Espero al fin descanse en paz, pues padecía una enfermedad que sufría en silencio, proyectando siempre optimismo y alegría de vivir. Fue y será un notable ejemplo como persona y maestro docente. Siento una gran responsabilidad en estar a la altura de sus expectativas para con esta Tesis.





## AGRADECIMIENTOS

Esta difícil tarea, que frecuentemente se deja para el final, la asumo con gran responsabilidad, pues fue, entre otras, una de las últimas observaciones que me hiciera el gran maestro co Director de Tesis Dr. Félix Escrig Pallarés. Se trata de la importancia de los agradecimientos; en especial a los numerosos colaboradores que han hecho factible este trabajo.

No me olvido de Dios, quién permanentemente fortalece mi corazón, ilumina mi mente y abre caminos, de modo que este trabajo pueda llegar a término. Permite que magníficos seres me soporten y me brinden su ayuda.

A mi Director de Tesis Dr. Mariano Pérez Humanes, gran sabio y guía, quién sugirió a Félix como Co-Director, un experto en Estructuras. Mariano explotó en mí un afán por desarrollar temas teóricos y urbanos, como por ejemplo las antiutopías urbanas y su relación con la comuna de Ñuñoa. Siempre orientó mis pasos, aun cuando estuve desarrollando un tema diferente al de esta Tesis, que no llenaba mis expectativas, porque era ajeno al área de estructuras, espacio en el cual me desempeño, trabajando con estudiantes, quienes mayoritariamente animan mis jornadas de trabajo y con su alegría “me mantienen joven”.

A mis ex alumnos arquitectos: Karen Gallardo, Cristóbal Morales y Luis Vargas por sus valiosos levantamientos, confección de planos, fotografías para esta tesis. A mi ex alumna arquitecta, magíster en Restauración Pamela Lineros, por su gran colaboración en la revisión, compaginación y diagramación de la tesis. A los Dibujantes Proyectistas, ex alumnos: Christian Barrueto y Elías Parra, por su ayuda en dibujo y planillas de cálculo. A Leticia Benforado y María Elena Núñez por sus fotografías.

A la paciencia y aporte del ingeniero Richard Vásquez por sus cálculos con elementos finitos, aplicados a estructuras fuera de norma. Fue el único de los ingenieros consultados que se interesó realmente en este trabajo. La mayoría prefiere calcular construcciones nuevas en hormigón armado y acero.





A la Dra. Arquitecta Beatriz Aguirre Arias por sus sabios consejos, los cuales seguí a pie de letra, en mis primeros envíos de material a España, para revisión y a quién sigo consultando permanentemente.

Al arquitecto ex decano de la Universidad Central y gran investigador don René Martínez Lemoine, por su sabiduría y aporte de numerosos documentos y sugerencia de textos.

Al gran maestro Euclides Guzmán Álvarez, ya fallecido, quién personalmente me transmitió grandes conocimientos sobre las tipologías constructivas de fines de siglo XIX y principios de siglo XX. Me insistía que en la ciudad de Santiago, en esa época, la tipología abundante era fachada continua de ladrillo simple a la calle, muros medianeros de la misma materialidad y tabiques interiores de madera con relleno de adobe; aun cuando yo porfiaba que las casas que yo estudiaba para esta tesis eran totalmente de ladrillo. Cuando me tocó intervenir una de esas casas, dentro del conjunto la Colmena, donde actualmente vivo, me acordé del gran maestro: era tal como él decía. Don Euclides, como le decíamos sus discípulos, ha escrito numerosos textos, citados y tratados la mayoría en esta tesis. Lo importante de sus libros es que siguen vigentes y son consultados por la mayoría de alumnos de arquitectura y construcción en todas las universidades de Chile. Son fáciles de entender y absolutamente fieles a la realidad. Me comentaba que había que ir siempre a las demoliciones de edificaciones, pues es ahí donde más se aprende.

Al arquitecto Ventura Galván por sus notables dotes de maestro de la arquitectura y construcción. No está con nosotros pero recordamos su enseñanza.

Al arquitecto Hernán Montecinos, gran teórico y maestro del ramo Taller, que nos hacía sufrir mucho cuando éramos estudiantes. Cuando lo conocí personalmente, muchos años después, descubrí su gran sensibilidad por la arquitectura patrimonial (Chiloé especialmente) y que no era el “monstruo” que parecía. Me decía: “Tienes que escribir sobre un tema que te caliente...” Tampoco está físicamente con nosotros, pero tengo un grato recuerdo de su persona.





A los arquitectos profesores y magíster en estructuras sismorresistentes Ricardo Napadensky Bauzá e Isabel Zúñiga Lamarque por haberme transmitido el conocimiento sobre las estructuras y la docencia.

Al arquitecto doctor Vicente Gámez por sus consejos sobre Tesis Doctorales y su sabia experiencia en temas urbanos.

A Lorenzo Brugnoli, gran arquitecto docente, quién ya no está con nosotros. Descendiente de Francisco Brugnoli, uno de los arquitectos proyectistas del conjunto Elías de la Cruz. Cuando le pregunté quién de su familia guardaba planos de las obras de Francisco Brugnoli, Lorenzo me comentó que se habían deteriorado y su familia ya no los tenía. Pero me señaló sobre ciertas fuentes documentadas respecto del conjunto Elías de la Cruz; entre otras, las obras de Montserrat Palmer.

A Rienze Berteza, gran hombre, cristiano y pasionista, quién ha dejado este mundo, pero marcó mi vida, por sus sabios consejos y su ejemplo de alegría por la vida, aun cuando padecía una fatal enfermedad.

A mi marido el arquitecto Francisco Benforado Robert, por compartir conmigo amor, conocimiento y sabiduría, aunque algunas veces los diálogos se transforman en discusión, finalmente en reflexión y aprendizaje. A mis hijos: Valentina, Leticia y Bruno, de quienes estoy muy orgullosa por las personas en las cuales se han convertido. A mi madre Isabelita, quien me enseñó primero a leer y luego el amor por los libros. A mi padre Florencio, quien no está conmigo físicamente, pero lo llevo siempre en mi corazón, por su bondad, amistad y amor incondicional. A mis hermanos Florencio y Andrés y respectivas familias. A mis tías Natividad, Adriana y Carmen, a mis suegros Amelie y José y a todo el resto de mi maravillosa y extensa familia, quienes me han ayudado a llevar esta Tesis a término. A mis amigas de la comunidad pasionista Getsemaní. A mis grandes amigas arquitectas, compañeras de universidad: Luisa Zúñiga e Isabel Castillo y amigos de toda la vida y seres muy queridos que son muchísimos.







## INTRODUCCIÓN

La presente tesis doctoral nace como una gran inquietud por restablecer un modelo estructural que hoy en día está fuera de normativa; son las casas de ladrillo artesanal de principios de siglo XX, que no poseen refuerzo de hormigón armado vertical y las más antiguas no presentan ningún tipo de refuerzo en hormigón a la vista.

Durante el siglo XX se consolidó una normativa bastante drástica respecto a los sistemas constructivos y estructurales aceptados en Chile.

Fueron los grandes terremotos, que causaron notables desastres durante el siglo pasado los que impulsaron nuevas leyes en construcciones más efectivas ante sismos severos. Así los terremotos de Valparaíso (1906), Chillán (1939), Valdivia (1960), Lolleo (1985) y Concepción (2010), marcaron cambios en nuestra legislación.

Es así que hoy no está permitida la albañilería simple artesanal de ladrillos de arcilla. Por otra parte, existen numerosas edificaciones de este tipo que se han mantenido en buen estado, resistiendo grandes sismos. ¿Hasta cuando seguirán resistiendo? ¿Qué tienen aquellas casas que las hacen resistentes al paso del tiempo? Se puede observar que hoy día la picota está cerca de ellas. Algunos conjuntos forman parte de un sector de conservación histórica, otros han sido declarados zona típica, pero aún existen muchos conjuntos sin protección, en que a los propietarios se les está ofreciendo cuantiosas sumas de dinero para que vendan.

Muchas empresas inmobiliarias avanzan como la peste, con una arquitectura invasiva, permitida por los planos reguladores, arrojando sombra donde antes había sol, generando disputas entre vecinos que quieren vender versus aquéllos que quieren conservar.





## **Antecedentes.**

Se cuenta con un cuerpo de leyes, normas y ordenanzas, según las cuales se rigen las nuevas edificaciones y que serán estudiadas en la presente tesis.

Se pretende analizar los conjuntos habitacionales de principios de siglo XX en la comuna de Ñuñoa. Se eligió esta comuna porque la autora de esta tesis vive en la comuna y trabajó en la Dirección de Obras del municipio, en el otorgamiento de permisos, recepciones finales de obras y litigios por deslindes entre vecinos.

Ñuñoa es una de las comunas más antiguas de Santiago y es la favorita de muchos artistas, políticos e intelectuales. Conserva algunas “casas *quinta*” del siglo XIX y cuenta con una gran muestra del movimiento moderno en Chile, aparte de las casas de ladrillo, objeto de este estudio, algunas con amenaza de extinción, por las numerosas torres en altura que llevan poco más de 20 años de proliferación.

## **Hipótesis.**

Existe una normativa que impide construir, ampliar o modificar edificaciones en albañilería de ladrillos sin refuerzo vertical y horizontal, lo que significa que los conjuntos de ladrillo de principios de siglo XX, están fuera de norma actual y para ser intervenidos deben atenerse a leyes vigentes; no obstante lo mencionado, se ha observado un buen comportamiento estructural en estas construcciones, por lo que se pretende reivindicar dicho modelo.

## **Objetivos.**

Se intenta poner en valor una tipología constructiva y estructural que hoy está fuera de normativa y abrir ventanas de investigación sobre los posibles cambios en la legislación, sin que ello signifique un riesgo ante sismos severos que azotan la región con cierta frecuencia. En paralelo, no podemos olvidar dos cuestiones que se derivan de esta puesta en valor: reivindicar la conservación de un paisaje urbano en peligro de desaparición y la revitalización del modo de vida que representa las comunas en Santiago de Chile.





## **Metodología.**

Se pretende examinar los orígenes de la comuna y su configuración.

Se proyecta estudiar técnicas constructivas y comportamiento estructural de los edificios tema de este trabajo.

El estudio de casos es primordial para comprender los modelos estructurales.

## **Plan de trabajo.**

Se estudiará la tipología de vivienda que existía en Ñuñoa a principios del siglo pasado, cuando irrumpe el modelo de ciudad jardín.

Se observará cómo actúa primero la dispersión y actualmente la concentración de vivienda en la comuna.

Se examinará el comportamiento estructural del modelo patrimonial en estudio.

La observación de casos mostrará planimetría, elevaciones, fotografías y cálculos de resistencia, que con toda seguridad abrirán ventanas en el campo de la investigación.

Finalmente se incursionará sobre el futuro de los conjuntos patrimoniales, objeto de la presente tesis.

Adicionalmente en Anexo se abordarán los sismos y la construcción en Chile. Los tipos de suelo y su importancia en el tipo de edificación. Se examinará la reglamentación vigente con sus fortalezas y debilidades, con el objeto de abrir la posibilidad de cambiar la exigencia en los conjuntos anteriores al año 1930. Se valorará la importancia de la normativa en el desarrollo de tipologías constructivas y estructurales, ya que el modelo de edificio chileno es reconocido en países con riesgo de sismos.





## **1ª PARTE: LOS CONJUNTOS HABITACIONALES DE PRINCIPIOS DEL SIGLO XX EN SANTIAGO DE CHILE.**

### **1.0. INTRODUCCIÓN**

La ciudad antigua está cediendo cada día nuevo espacio a la edificación en altura. La gestión inmobiliaria está actuando con todas sus armas donde es rentable y, más que nada, donde la ley lo permite. Es necesario replantear ordenanzas de edificación, pues los edificios no están necesariamente configurando un tejido urbano coherente, ni se está adecuando apropiadamente las vías existentes al nuevo flujo vehicular; tampoco se ha planeado nuevas vías, ni estacionamientos, ni se ha tratado los espacios urbanos que requiere la nueva densificación.

Mucha inquietud ciudadana, escasa acción estatal, deterioro de la calidad de vida y espacios públicos, describen el estado actual de las principales ciudades en Chile. (Sabatini, 1999:25) En el caso de Ñuñoa, estos últimos años ha proliferado notoriamente la edificación en altura, producto del uso del antiguo plan regulador que en avenidas como Irarrázaval, Vicuña Mackenna y Américo Vespucio permitía altura libre según rasante, lo cual toleraba 25 o más pisos por la libertad de rasante.<sup>1</sup>

La comuna tiene sus atributos: calles enarboladas, plazas y edificaciones, vestigios de la ciudad jardín de principios del siglo XX. También queda aún muestras de la edificación moderna que se construyó en las décadas de 1940 y 1950. Sin embargo, lo que hacía de ésta una comuna fascinante, paradójicamente, la está llevando a la tumba.

---

<sup>1</sup> Esta situación ha cambiado a partir del año 2007 en que hay restricciones de altura. ORDENANZA PLAN REGULADOR COMUNAL DE ÑUÑO A. (APROBADO POR DECRETO Nº 129 DEL 27 DE OCTUBRE DE 1989. MINISTERIO DE LA VIVIENDA Y URBANISMO Y MODIFICACIONES POSTERIORES)





**FIG. 1.1** Conjunto Elías de la Cruz, perteneciente a la Comuna de Ñuñoa. Vista hacia el poniente de la ciudad de Santiago. Se observa edificación en altura rodeando al conjunto (Dibam, 2008: 1) <sup>2</sup>

¿Cuál es la causa por la que Santiago es una ciudad en extensión? Podremos elucubrar bastante y siempre será posible encontrar alguna respuesta o más de una. La ciudad fundacional de Pedro de Valdivia, que nace junto al cerro Huelén y paralela al río Mapocho, crece lentamente a través de los siglos, se extiende como un pulpo cuyos brazos incursionan donde pueden, donde se les permite.

El individuo se mueve desde el campo hacia la ciudad y también huye de ésta cuando detecta problemas. El hombre se ve enfrentado a diversos miedos “*como los ambientales, sanitarios, sociales y políticos y a una cierta variedad de puritanismo, que lo lleva a una ideología antiurbana*”. (Sabatini, 1999:31)

Estos miedos de los que nos habla Sabatini, ya existían en los albores del siglo XIX cuando se intentaba romper con el pasado colonial<sup>3</sup> de la ciudad de Santiago, caracterizada en gran medida por calles estrechas y oscuras, de escasa higienización y mísero estado material.

<sup>2</sup> Disponible en: [http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto\\_1133.pdf](http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_1133.pdf)

<sup>3</sup> En la etapa Republicana de Chile se intentaba romper con la ciudad fundacional, reaccionando contra las raíces hispanas.





Al Intendente de Santiago José Miguel de la Barra le correspondió en 1840 una serie de cambios en la urbe. No fue fácil para este representante de gobierno llevar a cabo las grandes ideas con las que se impregnó en su estadía por Europa, en este territorio que llevaba apenas treinta años desde el Cabildo Abierto de 1810 y que mostraba grandes retrasos en administración, vialidad, servicios, seguridad e higiene. Al inicio de su cargo como Intendente, se dio cuenta que las fuentes de ingreso eran insuficientes, había problemas de competencia entre organismos estatales, pobreza de vecinos y poca voluntad en muchos ciudadanos para aceptar mejoras en el país.

### **Problemas en la ciudad**

En 1840 Santiago ya ejercía una fuerte atracción desde zonas rurales cercanas, situación que exigía prontas soluciones de vivienda, trabajo y educación. Al no encontrar apoyo en las autoridades, muchas de estas personas buscaban alojamiento en ranchos de materiales ligeros, de dudosas condiciones higiénicas, pero al no conseguir un trabajo limpio, se dedicaban a vagabundear en busca de alimentos, algunos a robar y muchos terminaban en peleas callejeras y violencia en general.

Había que solucionar conflictos de uso del suelo así como su relación con las particularidades naturales del emplazamiento de la ciudad. Los principales problemas de la ciudad de Santiago a mediados del siglo XIX eran: Las inundaciones, los mataderos, las plantaciones, los desperdicios y desechos y el alumbrado público. (Hidalgo y Sánchez, 2006: s/p). Las grandes transformaciones de ciudades en Chile después de 1850 no fueron obra exclusiva de personajes como Benjamín Vicuña Mackenna, sino un transcurrir de grandes hombres entusiastas como José Miguel de la Barra a quién las condiciones económicas, sociales y culturales limitaron cuantiosamente su accionar.

Otro problema grave, no solo en la ciudad, sino en el país, a través de todos los tiempos, lo han constituido los eventos sísmicos. En 1928 habían ocurrido dos terremotos cercanos a la capital: el de Valparaíso en 1906 y Talca en 1928. Dichos acontecimientos influyeron notablemente en las técnicas constructivas y de materiales usados en la época. Se utilizaba adobe macizo estructural, tabiquerías de





madera con relleno de adobe y albañilería simple de ladrillos artesanales. Nos preguntamos ¿por qué cualquiera de estas técnicas de construcción fallaron en algunos casos y no lo hicieron en otros?

También Santiago experimentó, desde su fundación, crecimiento en extensión. De una u otra forma se fue repitiendo cíclicamente el siguiente proceder: el hombre adinerado buscó la segregación social y funcional del espacio urbano; en la medida que el hombre de menos recursos se fue educando, deseó emular al de clase social superior e intentó estar a su lado. Con los años se generaron externalidades negativas que, al no ser tratadas convenientemente, hicieron que el hombre de recursos que residía en la ciudad terminase habitando en el campo. Esto se observó a fines del siglo XIX y principios del XX, en que gran parte de terratenientes y sectores acomodados de Santiago - poseían grandes residencias en las avenidas: Dieciocho, Echaurren y República - decidiesen trasladarse al sector oriente de la capital. Diarios y revistas de la época publicitaban la existencia de loteos con bastante vegetación, emulando la ciudad jardín, o la vida de campo con ventajas de ciudad.

### **Problemas de la actualidad**

Este procedimiento de segregación social recién citado es cíclico, pues actualmente comunas agrícolas de la periferia de Santiago ofrecen lotes de 5000 m<sup>2</sup> o más, para personas que deseen vida de campo con beneficios de ciudad. De este modo la metrópoli sigue extendiéndose como un pulpo con sus tentáculos alrededor.

Al mismo tiempo sectores consolidados dentro de comunas del sector oriente como Ñuñoa, Providencia y Las Condes se encuentran en una etapa de renovación urbana, aumentando densidades a pasos agigantados, atrayendo a segmentos menos acomodados pero emergentes, ofreciendo departamentos económicos en comunas enarboladas de vida tranquila.

Este atributo de Ñuñoa, contar con calles enarboladas de vida tranquila, es polo de atracción de muchos sectores emergentes de la ciudad y paradójicamente, podrían ser su ruina, pues se aprecia descontento en los residentes antiguos, quienes ven





amenazados sus solares con conos de sombra proyectados desde los edificios en altura, sobre sus viviendas de baja densidad.



**FIG. 1.2** Conjunto Elías de la Cruz, Comuna de Ñuñoa, Santiago, Chile. Se observa irrupción de edificios en altura al norte de Dublé Almeyda y al oriente de Capitán Fuentes. Fuente: <http://maps.google.cl/>. Febrero 2012.







## 1.1. LA DISPERSIÓN DE LA CIUDAD Y LA IDEOLOGÍA ANTIURBANA

El proceso de formación de Ñuñoa independiente de la comuna de Santiago sería \_a mi parecer\_ asimilable a *“cuatro componentes del antiurbanismo que están detrás del surgimiento de la ciudad del suburbio: el puritanismo de base religiosa; el arribismo social, la crisis ambiental y social de la ciudad; y el laissez faire, el darwinismo social y el romanticismo”*. (Sabatini, 1999:31)

Paradójicamente este es un proceso que se ha manifestado en todas las comunas saturadas. Si a fines del siglo XIX Ñuñoa pudo aparecer como una posible ciudad del suburbio respecto de la comuna de Santiago, especialmente cuando Vicuña Mackenna creó el camino de Cintura, actualmente también estaría induciendo al surgimiento de nuevas ciudades del suburbio.<sup>4</sup> En la actualidad, los antiguos propietarios, si mantienen su solvencia económica y sienten que su espacio vital está siendo invadido, se suelen desplazar a territorios más tranquilos o de mayor estatus, dentro de comunas como: Las Condes, Vitacura, o a ciudades de borde de mar como Viña, Algarrobo, Santo Domingo o similares.

Terrenos de gran tamaño, producto de loteos de la década de 1930, dieron cabida a grandes residencias en avenidas como Pedro de Valdivia, José Domingo Cañas y José Pedro Alessandri. Sin embargo en la actualidad, estos lotes, en la mayoría de los casos, no pueden ser fácilmente mantenidos por los actuales propietarios y considerando que el Plan Regulador lo permite, están dando paso a grandes edificios de vivienda en altura y al mismo tiempo están generando conflicto con las residencias que mantienen su antiguo uso, que deslindan con los edificios.

---

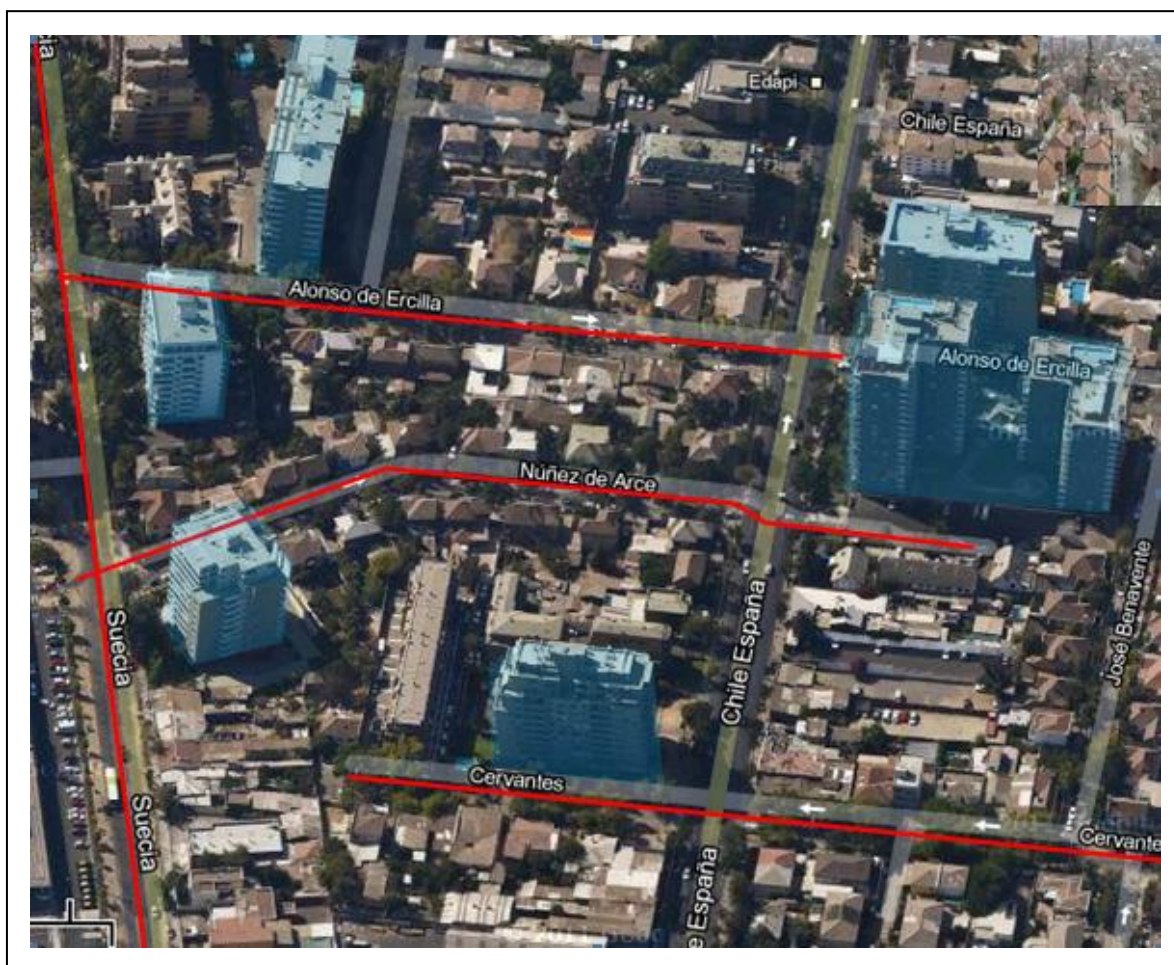
<sup>4</sup> En su proyecto “Ciudad de Santiago: Estudio del futuro ensanche”, las recomendaciones de Brunner dirigidas a abordar el conjunto de la ciudad y sus suburbios, debían servir además de modelo para todas las intercomunas de Chile. (Aguirre, 2004: 4)





**FIG. 1.3** Edificios en Altura rodean al conjunto Leopoldo Urrutia. Por Av. Irarrázaval y dos cuadras más al norte, por Leopoldo Urrutia, transforman la imagen del conjunto. Fuente: <http://maps.google.cl/> 17/02/12





**FIG. 1.4** Edificios en Altura irrumpen en los bordes en conjunto Núñez de Arce, por Av. Suecia, Alonso de Ercilla y Cervantes.

Fuente: <http://maps.google.cl/> 17/02/12

El proceso de segregación social se da con mucha más radicalidad en las grandes ciudades que en las áreas rurales, donde la mezcla social y la convivencia ciudadana entre grupos de distintos ingresos económicos todavía son posibles. Sabatini ha observado este comportamiento en la proliferación de parcelas de agrado <sup>5</sup> en zonas campesinas cercanas a las ciudades. (El caso de Chicureo, Lonquén, Calera de Tango, entre otros).

<sup>5</sup> Las Parcelas de Agrado corresponden al fraccionamiento del suelo rústico originado por el Decreto con Fuerza de Ley 3.516 de 1980, que estableció en su 1° Artículo que "los predios rústicos, esto es, los inmuebles de aptitud agrícola, ganadera o forestal ubicados fuera de los límites urbanos o fuera de los límites de los planes reguladores intercomunales de Santiago y Valparaíso y del Plan Regulador Metropolitano de Concepción, podrán ser divididos libremente por sus propietarios siempre que los lotes resultantes tengan una superficie no inferior a 0,5 hectáreas físicas". La aplicación de esta normativa condujo a un intenso proceso de subdivisión de la tierra en las áreas rurales del país y con especial vigor en la periferia de las ciudades. En este proceso se generan una serie de nuevos asentamientos de población, que son reconocidos en la toma de datos de los





El hombre que huye de la ciudad para ir a un barrio segregado, huye del contacto con otros hombres, no tiene o pierde identidad si es que logró tener alguna y no tiene interés en identificarse con otros, pues reniega de todo contacto social abierto y variado. Entonces aunque el barrio segregado se constituya por numerosas familias de similares características, es difícil que se establezcan en comunidad; lo único que tienen en común es el miedo a la ciudad verdadera, al contacto con el otro, y el interés común en cuidar el valor de sus propiedades, que podría afectarse por la llegada de extraños.<sup>6</sup>

Muchas familias jóvenes que vivieron su niñez y juventud en Ñuñoa, ahora residen en conjuntos habitacionales de comunas cercanas a este lugar, en viviendas de 140 m<sup>2</sup><sup>7</sup> y también en condominios cerrados en La Reina, Peñalolén y Las Condes. Esto se debe principalmente a que, Ñuñoa es una comuna que cubrió todo su territorio por extensión y por lo tanto se acabaron los sitios eriazos o vacíos y la opción de tener una casa de buen tamaño y económica a la vez se está dando fuera de su área. La nueva edificación en Ñuñoa se está proyectando en edificios de mediana y gran altura; este tipo de construcción ha generado bastante polémica, precisamente

---

Censo de Población y Vivienda del año 2002. En este sentido, el glosario de dicho Censo señala que la parcela de agrado corresponde a: “asentamiento humano, concentrado o disperso que se ubica en una o más propiedades de pequeña extensión, inferior a media hectárea (5.000 metros cuadrados), con nombre propio común a todas ellas. La parcela de agrado, por su dimensión no constituye una explotación agrícola, aun cuando existan cultivos al interior de ella; se diferencia de la parcela agrícola por el tipo de edificación moderna de la vivienda, correspondiente a un nivel socio-económico medio-alto y alto. Por lo general, la parcela de agrado se ubica en las cercanías de los centros urbanos de importancia; ellos forman un conjunto de varias propiedades que se reconocen con un nombre propio común, que generalmente se deriva del nombre del predio que las originó, independientemente del nombre propio que pudiere tener cada propiedad. La parcela de agrado pierde su categoría si su monto poblacional corresponde a la de Aldea (entre 301 y 1.000 habitantes)”.

<sup>6</sup> Existen ciertas características en un modelo ideal de ciudad donde el hombre deja de ser individuo, para ser grupo humano, que añora formas de vida de un pasado idealizado, en que debe satisfacer necesidades espirituales y no materiales. Su ciudad está perfectamente limitada y en su interior todo debe permanecer en estado salvaje, sin orden, pero obedeciendo las leyes de la estética, sin prototipos en cuanto a edificación o viviendas standards (Choay, 1976:25-26)

<sup>7</sup> DECRETO CON FUERZA DE LEY No. 2

Se considerarán viviendas económicas, las que se construyan en conformidad a sus disposiciones, tengan una superficie edificada no superior a 140 metros cuadrados por unidad de vivienda y reúnan los requisitos, características y condiciones que determine el Reglamento Especial que dicte el Presidente de la República.

(Publicado en el DO de 31.07.59). Disponible en: <http://www.sii.cl/pagina/jurisprudencia/proley/Decreto2.htm>







porque los antiguos habitantes de la comuna se sienten invadidos por la construcción en altura.

### **Utopías antiurbanas y antiutopías urbanas<sup>8</sup>**

Ya a fines del siglo XIX y desde las primeras décadas del siglo XX hasta hoy, se observa en la ciudad de Santiago una obcecación por imitar el modelo de casa *hacendal*, que define Sabatini, la casa urbana, aislada, más cara y que no reduce necesariamente externalidades como ruido y privacidad. Este anhelo se cumple cuando se inician los nuevos loteos en los bordes del Santiago central, en comarcas que pronto darían origen a comunas específicas como Ñuñoa hacia el oriente, lugar mejor visto por los “arribistas” que hacia el poniente. Hasta el siglo XX, Ñuñoa poseía un territorio muy extenso. Esta comuna se creó en 1891 y estaba conformada por numerosas subdelegaciones rurales: Las Condes, San Carlos, Apoquindo, Ñuñoa propiamente, Providencia, Santa Rosa, Subercaseaux y Mineral Las Condes; algunas pasarían a lo largo del siglo a constituir nuevas comunas. (León Echaíz, 1972:154-156). Esta movilidad se vuelve a repetir en la actualidad con los conjuntos habitacionales aislados que ofrecen los promotores en comunas periféricas donde todavía existen lotes de gran tamaño como por ejemplo: Las Condes, Peñalolén, La Florida, entre otros, y predios de 500 m<sup>2</sup> o mayores en comunas como Chicureo, Lonquén, Quilicura, etc.

Estos grandes lotes ya no se encuentran en las comunas céntricas de Santiago, adonde el valor del terreno es elevadísimo en comparación con su periferia.

Las grandes ciudades, especialmente las industrializadas, presentan una suerte de colapso ambiental, al ser foco de atracción de migraciones desde áreas rurales. El crecimiento económico y las actividades urbanas son factores preponderantes en la seducción que ejercen dichos centros.

En la periferia de Ñuñoa, cercano al límite con la comuna de Santiago, existen edificios de principios de siglo XX, con fachada continua y alineada a la calle, en

---

<sup>8</sup> “*Las utopías antiurbanas*, es decir, aquéllas que pretenden un mundo mejor con la destrucción de lo urbano y su suplantación por otras formas de ocupación del territorio - marxismo, anarquismo, ciudades-jardín, ecologismo, contracultura, etc.-, y por otro, *antiutopías urbanas*, aquellas que dan una visión ideal, de ciudades inexistentes, pero negativas de los valores urbanos - Huxley, Orwell, etc.- y advertencia de la línea que no se debe seguir.” ( GONZÁLEZ, 2002:7)





dos pisos y tres pisos, que constituyen una forma específica de habitar, común en su época, cuando apareció el concepto de “vivienda higiénica”. (Hidalgo, 2002: 97) En primer nivel presentan locales comerciales y vivienda detrás del comercio; en pisos superiores habitaciones, a las cuales se accede independientemente desde la calle. Es una forma de habitar en recintos de poca superficie y escasa ventilación e iluminación. En algunos casos han ejecutado ampliaciones antirreglamentarias e insalubres, tomado posesión de patios en primer piso. Muchos han acogido a parientes, o bien subarriendan a bajo precio. Es una oportunidad de vivir pagando poco en un lugar muy comercial, de conexión y paso entre comunas, cercano a las más importantes redes de transporte urbano. (Sector Avenida General Bustamante con Irarrázaval). Estas formas de habitar en barrios de periferia comunal, como el recién mencionado, son seductoras para habitantes rurales impulsivos o extranjeros atraídos por la urbe Santiaguina, pero a la vez son rechazadas por los grupos recién citados como “arribistas”.



**FIG. 1.5** Irarrázaval 264. Sector de excelente accesibilidad. Viviendas en segundo y tercer nivel, con alto grado de hacinamiento. En primer piso comercio y escaleras de acceso a pisos superiores. Este tipo de viviendas son rechazadas por los grupos denominados “arribistas”. Imagen propia. Febrero 2012.





Así como algunos autores mencionan que una ciudad saturada de personas y actividades equivale a desorden y caos, otros valoran esta característica en contra del adormecimiento y degradación a los que conduciría la ideología antiurbana de la segregación. Un buen ejemplo lo tenemos en la atracción que ejercen las ferias libres y mercados callejeros sobre los afuerinos<sup>9</sup> en lugares que incluso interrumpen el tránsito vehicular en ciertos horarios y días de la semana; y aunque en algunos casos se está en contra de dichas actividades, éstas se mantienen desde hace más de 40 años<sup>10</sup>.



**FIG. 1.6 / FIG. 1.7** Feria en Av. 10 de Julio, entre Vicuña Mackenna y Portugal que atrae a consumidores del lugar y también gente que va de paso. Pese al desorden en vías peatonales y vehiculares, la actividad se mantiene por más de 40 años. Este sector corresponde al inicio del antiguo camino de Ñuñoa, desde Santiago hacia el oriente. Imágenes propias. Marzo 2012.

<sup>9</sup> En Chile afuerino es un forastero o persona que viene de fuera de ese sector.

<sup>10</sup> Así se informa en Internet sobre dos de los mercados callejeros más tradicionales: Mercado 10 de Julio: Por Avenida 10 de Julio, entre Vicuña Mackenna y Portugal. Funciona los domingos con 173 puestos. Mercado San Camilo: Por calle Fray San Camilo, entre Argomedo y Marín. Funciona los días viernes con 256 puestos. Disponible en: <http://www.minuevohogar.cl/index.php/?p=11006>





*“Según Henri Lefebvre, mientras la diferencia es buena porque es la base de la información, de la integración social y la riqueza de la forma urbana, la segregación es condenable porque interrumpe la información y debilita la complejidad, favorece lo informe —produce un orden que no es más que aparente— y destruye lo urbano”.*  
(Sabatini, 1999: 29)

Familias que durante el siglo XX vivieron en antiguos barrios de la comuna de Santiago, en casas de principios de siglo, de un piso con fachadas a la calle, anhelaban cambiarse a una casa “aislada” e “iluminada”. A mediados de siglo se mudaron a Ñuñoa, comprando o edificando viviendas generalmente de dos pisos, aisladas y con antejardín. Pese a ver cumplido su sueño, comentan que dejaron de tener convivencia con vecinos como cuando habitaban sus casas anteriores. Solamente cuando ocurren grandes eventos, como el caso de un terremoto, la gente comienza a conocerse un poco más. En general existe la tendencia al aislamiento.<sup>11</sup> Sin embargo cuando las casas conforman un conjunto, con una plaza en común, como en el caso de las viviendas de Elías de la Cruz, donde se da una relación de convivencia entre vecinos, que refuerza los vínculos comunitarios y de identificación con el lugar, desaparece la impresión de aislamiento.

---

<sup>11</sup> “El declive del hombre público frente al desarrollo del hombre privado en la ciudad contemporánea, origina una **ideología antiurbana**. Los nuevos hábitos y costumbres frente a los viejos objetos, condicionan una serie de actitudes que a nivel colectivo proporcionan unas conductas hostiles, cuando no indiferentes, hacia los espacios históricos de la ciudad. Los **colectivos antiurbanos** de los nuevos asentamientos no precisan de la ciudad clásica, y estos comportamientos terminan por condicionar una degradación y obsolescencia en el uso de la ciudad.” Fernández Alba, Antonio, en Prólogo a Aymonino, Carlo; *El significado de las ciudades*. (González, 2002:12)







## 1.2. LA COMUNA DE ÑUÑO A

### 1.2.1. El Asentamiento de Ñuñoa: Antecedentes

Muchos años antes de la Colonización en América, diversas agrupaciones étnicas habitaban lo que hoy conocemos con el nombre de Ñuñoa. Los más extensos en superficie eran los mapuches, quienes ocupaban territorio chileno desde el Choapa por el norte, hasta las Islas de Chiloé por el sur (Aylwin, 2005; 1). Estaban agrupados en familias bajo el liderazgo de un cacique o lonco<sup>12</sup>, quién los dirigía y resolvía sus conflictos. Habitaban en una o más rucas.<sup>13</sup>

Los distintos grupos indígenas residentes se caracterizaban por practicar la agricultura y trabajar la cerámica, pero en general, carecían de unidad política y urbana. No conocían la escritura.



**FIG. 1.8** “Ruca: Aún hoy en día se construye este tipo de edificación, especialmente en localidades al sur de Chile. Las paredes se hacen de adobe, o de varas de coligue. El techo es de junquillo. Usualmente no tienen ventanas, pero sí una entrada orientada hacia el este, por donde sale el sol y posee un gran fogón central, donde según la tradición, en él reside el Ngen-kütral.” Fuente: [http://www.turismoenfotos.com/items/chile/pucon/5243\\_ruca-mapuche/](http://www.turismoenfotos.com/items/chile/pucon/5243_ruca-mapuche/)

<sup>12</sup>: Un lonco (mapuche: *longko*, «cabeza»),<sup>2</sup> es el jefe de una comunidad mapuche. El cargo tiene aspectos religiosos y administrativos. <http://es.wikipedia.org/wiki/Lonco>

<sup>13</sup> Las rucas son viviendas de gran tamaño, con superficies que varían entre los 120 y 240 metros cuadrados. Las paredes se hacen de adobe, de tablas o de varas de colihue. Se refuerzan por dentro con postes de madera y se tapizan con totora (Quincha). El techo es de junquillo o de algún pasto semejante a paja brava. Usualmente no tienen ventanas. <http://es.wikipedia.org/wiki/Ruca>





En la época de la colonización, los mapuches se encontraban bajo la influencia incaica. Cabe hacer notar que en Ñuñoa se manifestó a través de un valioso progreso (León Echaíz, 1972: 5), principalmente en caminos, obras de regadío y pircas.<sup>14</sup> Durante el período prehispánico, existieron ocupaciones indígenas que datan del año 6000 A.c., los chiquillanes y los picunches. Los chiquillanes ocupaban el sector oriental en la montaña; eran cazadores y recolectores y no tenían un lugar fijo de asentamiento. Los picunches habitaban la frontera austral del imperio inca, entre los ríos Aconcagua e Itata. Al igual que los mapuches hablaban el Mapudungun y vivían en rucas; sin embargo se diferenciaban notablemente por su mejor nivel cultural y ser amantes de la paz. Estas características hicieron que sus caciques fuesen convertidos en nobles del incanato. Los incas ejercieron control directo sobre los picunches a través de colonias quechuas denominadas mitimaes.<sup>15</sup>

#### 1.2.1.1 Pueblos indígenas a la llegada de los españoles.

*“Los hombres siguen avanzando. Más allá de la floresta, más allá de las rucas miserables de indios aislados, encuentran rancheríos incoloros de indios organizados. Quinchas y batro<sup>16</sup>, piedras y barro, es todo lo que ofrecen; y por en medio de todo, pululando mujeres y chiquillos, quiltros y llamas. Los caciques los reciben amistosamente; pero los españoles siguen avanzando. Vitacura, Apoquindo, hacia el costado norte; Ñuñoa, Tobalaba, Macul, hacia el sur. En uno de ellos la columna se detiene más largamente. El jefe español pregunta al cacique por el nombre de aquella comarca; y mientras pregunta levanta el brazo y describe con él un amplio círculo que abarca desde el río Mapocho por el norte, hasta la cordillera de Los Andes por el oriente y hasta el principio de los llanos de Maipo por el sur. Traduce el indio lenguaraz y el cacique se limita a contestar: Ñuñoehue, Lugar de ñuño<sup>17</sup>*

---

<sup>14</sup> (Del quechua *pirca*, pared). I. f. Arg., Chile, Ec. y Perú. Pared de piedra en seco. Disponible en: <http://www.significadode.org/pirca.htm>

<sup>15</sup> “Ser Indígena. Culturas Originarias de Chile”. Disponible en: [http://www.serindigena.org/index.php?option=com\\_content&view=section&id=19&Itemid=136&lang=es](http://www.serindigena.org/index.php?option=com_content&view=section&id=19&Itemid=136&lang=es)

<sup>16</sup> (*Typa angustifolia*). Planta acuática de tallos cilíndricos y flores en espigas. Nombre de la voz mapuche *vatu*; también se escribe *vatro*. Diccionario de Recursos Naturales. Disponible en: <http://www.ngehuin.cl>

<sup>17</sup> Segmento extraído de Introducción de libro *Ñuñoehue*. (León Echaíz. 1972:xiii)





Esta enorme comarca contemplada por los conquistadores, era gobernada por un Inca desde El Cuzco, Perú, quién delegaba su mando, justicia y administración a los indígenas más notables del lugar: Vitacura y Apoquindo. La influencia incaica en Ñuñoa era intensa y se reflejó en los grandes progresos que mostraron los nativos desde su sometimiento. Cinco eran los pueblos que conformaban el territorio: Vitacura, Apoquindo, Ñuñoa, Tobalaba y Macul. Todos se caracterizaban por ser pobres y primitivos. Sus edificaciones eran rucas sostenidas por horcones, con techo de paja o totora y muros de quincha. Cultivaban maíz, papa, quínoa, tabaco y otras especies de baja talla. Sus animales domésticos de trabajo eran el hueque o llama y el chilihueque o carnero. (León Echaíz, 1972: 5). Las cinco divisiones territoriales mencionadas, con sus respectivos curacas<sup>18</sup> y paisajes, corresponderían, según Sabat, al origen del moderno y actual Santiago de hoy.

El pueblo de Vitacura, ubicado donde actualmente se sitúa la comuna con el mismo nombre, estaba a orillas del río Mapocho, en el sector oriente de Ñuñoa, en las inmediaciones del actual cerro San Luis. Existía una colonia de mitimaes, o colonos del inca, quienes habían ejercido una invasión pacífica con miras civilizadoras. Su jefe o curaca era Butacura o Vitacura, que en idioma mapuche significa piedra grande, por el cerro que los amparaba. Este poderoso jefe se sometió con agrado al jefe español, Pedro de Valdivia, asesorándolo *con buen semblante*, como lo menciona Mariño de Lovera en su Crónica del Reino de Chile. Por lo mismo, los españoles también los trataron con gran deferencia mientras vivió este gran curaca y sus indios no fueron incluidos en los repartos de encomienda (como otros). A Vitacura se le atribuye la construcción de un gran canal, con su nombre, que sacaba agua desde el Río Mapocho para regar el valle de Conchalí. (León Echaíz, 1972: 5-6)

El pueblo de Apoquindo<sup>19</sup>, ubicado en el actual sector, que mantiene el mismo nombre, al sur de Vitacura, también tenía establecida una colonia de mitimaes, donde los incas establecieron un tambo o posada. El cacique Apoquindo gobernaba

---

Ñuño (Sisyrinchium Ñuño Colla): planta herbácea de la familia de las iridáceas. (León Echaíz. 1972:xii)

<sup>18</sup> Curaca: jefe de una comunidad

<sup>19</sup> Apo= jefe o gobernador y kintu= ramillete (León Echaíz, 1972: 7)





sobre Picuncagüe (Lo Fontecilla), Tabuncura (Las Mercedes o Tabancura) y Mayecura.

El pueblo de Ñuñoa o Ñuño hue se encontraba al centro de la comarca con su mismo nombre, en los terrenos donde actualmente se sitúa la Plaza Ñuñoa y alrededores. Se dice que estaba “en las cabezadas del valle del Mapocho, por su centralidad. Era gobernado por el cacique Longomavico o Aponchonique.

El pueblo de Tobalaba<sup>20</sup>, o Tobalahue ubicado al nor oriente de Ñuño hue, era gobernado por el cacique Catacingo.

El pueblo de Macul, ubicado donde actualmente se sitúa la comuna con su mismo nombre, era gobernado por el cacique de Longomoro. También vivía una colonia de mitimaes que recibieron el nombre Macul en recuerdo de un pueblo de Perú.

Existía en la comarca un tambo o lugar de descanso para el viajero, que los incas establecieron primero a los pies de la cordillera (tambo viejo) y que luego se trasladó a Lo Fontecilla (tambo nuevo).

Pedro de Valdivia recorrió todas las comarcas, conformando la región a la que llamó Santiago y convocó a un Parlamento a todos sus caciques.

*“La capital, Santiago, mentada con nombre del apóstol vuestro, para señalarle un destino de españolidad, enseño rea en uno de los lugares de altura dominante, sobre un llano espacioso y verde, y se respaldea sobre una cordillera crespada y magnífica. Como en Guatemala o en Bogotá, el conquistador, al escoger lugar estratégico, escogió también paisaje magistral, y de este modo fundó logradamente y dejó a las generaciones el regalo sin precio de un panorama ennoblecedor de los sentidos. En el Cerro de Santa Lucía, vuelto paseo público de los mejores y sólo recientemente aventajado por el San Cristóbal, la ocurrencia feliz de sus ornamentadores puso en el mismo plano de reverencia al Conquistador don Pedro de Valdivia y al Cacique o Toqui vencido, nuestro Caupolicán, que es el héroe principal de La Araucana de Ercilla. La raza es más española que aborígen, pero la glorificación del indio magnífico significa para nosotros, en vez del repaso rencoroso*

---

<sup>20</sup> Lugar de Thopa o de manchas o colores de flores (León Echaíz, 1972: 8)





*de una derrota, la lección soberana de una defensa del territorio, que obra como un espolero eterno de la dignidad nacional. La Araucana, que para muchos sigue siendo una gesta de centauros de dos órdenes, romanos e indios, para los chilenos ha pasado a ser un doble testimonio, paterno y materno, de la fuerza de dos sangres, aplacadas y unificadas al fin en nosotros mismos”.*

(IDENTIDAD Y FUTURO, 2011: 1)

## SIGLO XVI

La fundación de la ciudad de Santiago de Nueva Extremadura, el 12 de Febrero de 1541, señaló el inicio de la cohesión de poderes públicos que desde la capital se desprenderían hacia el resto del territorio. Pedro de Valdivia eligió la llanura que se extendía al pie del cerro Huelén o Santa Lucía. El Cabildo<sup>21</sup> se constituyó el 7 de Marzo del mismo año.<sup>22</sup> Aunque la conformación política de la comuna es posterior, fue ésta la época en que se fundamentaron las bases de su consolidación. El nombre Santiago tiene su origen en el Apóstol, santo patrono de España.<sup>23</sup>

El siglo XVI marca una etapa de grandes cambios, especialmente en términos de economía y sociedad: aparecen nuevas formas de dominio: la encomienda y la merced de tierra<sup>24</sup>. Así, gran parte de los rancheríos de indios a lo largo del país fueron entregados a la tuición de españoles con carácter de encomenderos y el territorio fue distribuido a mercedarios de tierra, quienes debían introducir nuevas metas agrícolas. Los primeros beneficiarios fueron aquéllos cercanos al conquistador Pedro de Valdivia; así Inés Suárez recibió la encomienda de Apoquindo, llevándola

<sup>21</sup> Cabildo: cuerpo o comunidad designados por los descubridores o funcionarios del rey, que en la América colonial era equivalente al régimen municipal de Castilla en la edad media. Nueva Enciclopedia Planeta. Edit. Planeta Internacional, S.A. Barcelona. 1988.

<sup>22</sup> Chile a Color Biografías. Edit. Antártica. Año edic (s.i.)

<sup>23</sup> “Sus primeros doce años de existencia sólo fue un fuerte militar. Ya avanzado el tiempo, durante la colonia las ciudades se organizan a través del territorio nacional y Santiago, con su centro político, administrativo y social en la Plaza de Armas, se conforma como un núcleo ordenado y próspero, por lo que la Constitución de 1810 lo designa como Capital de la República”. (Chile.com, s/f: 1)

Disponible en: [http://www.chile.com/secciones/ver\\_seccion.php?id=106030](http://www.chile.com/secciones/ver_seccion.php?id=106030) Alejandro Dreisziger

<sup>24</sup> “Dos instituciones de carácter económico y social son las que producen el mayor trastrueque: ellas son la encomienda y la merced de tierra. Por la encomienda, se entregaba un conjunto de indios para determinados fines; pero sin ningún derecho a la tierra. Por la merced de tierra, en cambio, se daba el dominio sobre grandes extensiones territoriales” (León Echaíz, 1972: 13)





como dote cuando Valdivia la indujo a unirse en matrimonio con su amigo Rodrigo de Quiroga. Macul y Ñuñohue fueron entregados al conquistador capitán Juan Jofré (Jufré) de Loaisa (Loaiza). Tobalahue fue concedida a don Jerónimo de Alderete. Las enfermedades, la fuga y el mestizaje hicieron que a mediados del siglo XVI las encomiendas sufrieran importantes transformaciones. Fue entonces cuando el Cabildo de Santiago comenzó a asignar pequeños paños de terreno, llamados “chácaras”<sup>25</sup> a los individuos que esta entidad considerara pertinentes llamados desde entonces “chacareros”.

Con las encomiendas y chácaras se inició un gran cambio en Ñuñohue. La holganza de los indígenas es sucedida por el brío del colonizador quién intensificó cultivos, trazó nuevos caminos, nuevas formas de crianza de animales, edificó casas y cercados, plantó viñas, estableció bodegas de vino e industrias. Los senderos a través de los siglos fueron dando forma a las actuales vías de Ñuñoa. Esos sinuosos caminos eran cruzados por canales de regadío, sobre los cuales pasaban puentes que daban paso a las carretas, las cuales transitaban periódicamente para surtir con productos de las “chácaras” el centro de Santiago.

El perfil campesino de Ñuñohue quedó estampado el 13 de Octubre de 1548, cuando el Ayuntamiento de Santiago prohibió la siembra de maíz, porotos, quinoas, papas y otros cultivos en el centro de la ciudad. De este modo comenzó a tener gran valor el término “chacarero” y la plantación de todo tipo de cultivos y árboles frutales en las chácaras, terrenos asignados por el Cabildo, precisamente para esa labor, en las afueras de la ciudad. También el Cabildo consignó la prohibición de arrasar árboles sin permisos, práctica que se estaba difundiendo con frecuencia en el nuevo período.

Los cultivos necesitaban agua y el Río Mapocho en general llevaba escaso caudal. Por esta razón el 22 de Diciembre de 1551 el Cabildo dictó una disposición para distribuir 70 bateas de agua por propietario. Como tampoco fue suficiente, se ensancharon acequias y se trazaron canales aprovechando experiencias quechuas.

---

<sup>25</sup> La Palabra Chácara en voz quechua significa *mandíbula de asno* que los incas usaban como azadón para cultivar sus campos. En la actualidad se transformó al vocablo *chacra* para designar pequeñas propiedades y también a cultivos de origen indígena como el maíz, el poroto y la papa. (León Echaíz, 1972: 17-18).





(Sabat, 2000:22-23) En 1577 las vertientes naturales de Tobalaba fueron encauzadas a tajo abierto hasta el centro de Santiago.<sup>26</sup>

Según Sabat, Ñuño hue pertenecía a los extramuros, que en esa época era prácticamente todo el Valle del Mapocho, objeto de un modo de vida rural que la sellaría durante cuatro siglos. Contrastaba con el centro de Santiago, que ya mostraba una configuración característica de las ciudades fundacionales de la época: manzanas cuadradas en cuyo centro estaba la plaza adonde convergían comercio, armas, iglesia, justicia y cabildo.

Análogamente se fue desarrollando una industria rudimentaria, relacionada con los cultivos. *A orillas del Mapocho se instalaron hornos para fabricación de tejas y procesos para confeccionar adobes, de modo que se inició la edificación de construcciones de corte español, ejecutadas por indios y mestizos.* Se fabricaron carretas, vasijas de greda y cuero para las viñas. Se instalaron yunques para forjar arados, rejas, herramientas, herraduras y otros.

---

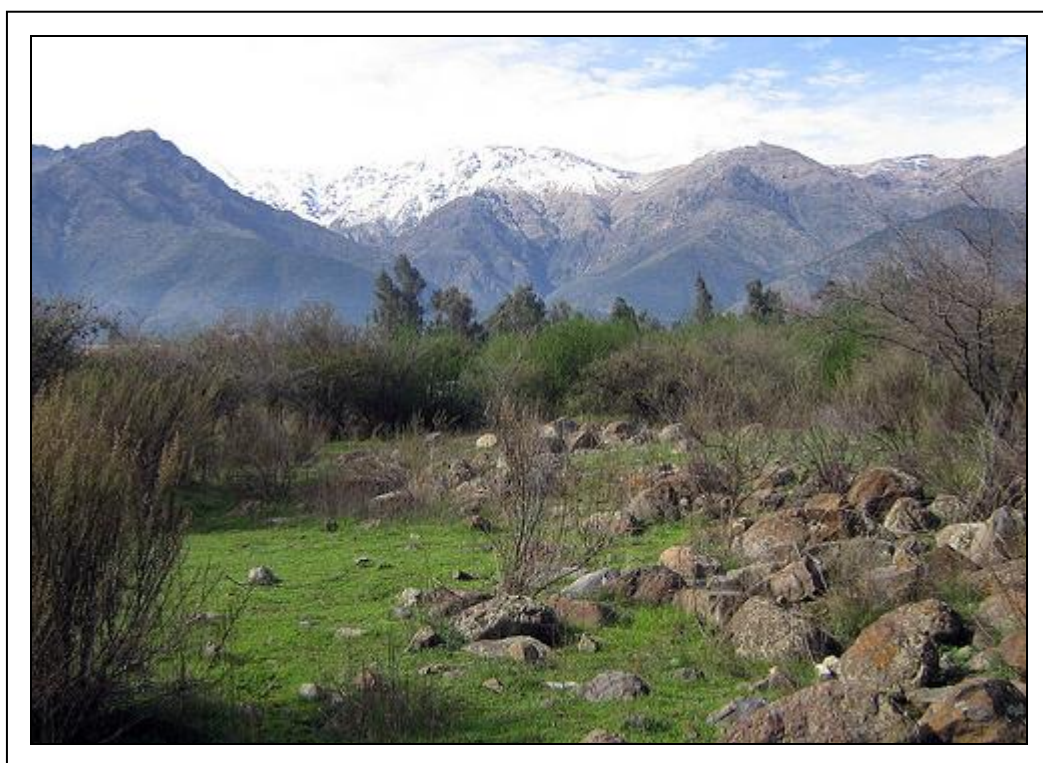
<sup>26</sup> Esta circunstancia hizo que durante la Colonia a Tobalaba se le diera el nombre de “*Tobal-agua*” (Sabat, 2000: 23)





### 1.2.1.2 Siglo XVII. El “pago de Ñuñoa”<sup>27</sup>

En este siglo se produce un proceso de cambio en el tamaño de las chacras (chácara), según lazos matrimoniales. Las propiedades ya contaban con divisiones en vallado, tapias o muros de piedra. Estos muros divisorios, de los cuales aún se conservan muchos vestigios en la actual zona de Peñalolén, dividiendo viñedos, son una huella de técnicas incaicas, probablemente heredadas de sus predecesores, pues los muros de tipo ciclópico de esta zona presentan esa especial imagen.



**FIG. 1.9.** Antiguas divisiones en muros de piedra. Localidad de Peñalolén. Hoy comunidad ecológica de la actual comuna de Peñalolén. Disponible en: <http://www.flickr.com>

En 1603, Ginés de Lillo, al efectuar la mensura general de tierras, ordenó que los propietarios de Ñuñoa levantasen muros de piedra como reconocimiento de perpetuidad de deslindes, “*Para que perpetuamente se conozcan las que pertenecen a cada vecino o morador que las posee*”. (León Echaíz, 1972: 36) La actividad agrícola estaba consolidada. Ñuñoa era atravesada en todas direcciones

<sup>27</sup> “Tal carácter adquirieron las tierras ñuñoínas, con sus chácara bien cultivadas, con sus casas, sus caminos, sus deslindes, sus viñedos y bodegas, que los españoles empiezan ya a darle el castizo nombre de pago” (León Echaíz, 1972:36)







por canales de regadío y enormes extensiones de cultivos. Se producía trigo para confeccionar pan, por lo que ya figuraban molinos en aquel paisaje. También alambiques para elaborar agua ardiente, hornos para fabricar tejas, curtiembres y trapiches para aceites. (Sabat, 2000:24). Por esta época desaparecieron los pueblos indígenas de Ñuñoa y Vitacura. Sólo continuaban los de Tobalaba, Apoquindo y Macul.

En 1622, el obispo Diego de Humanzoro creó la parroquia de Nuestra Señora del Carmen de Ñuñoa. El territorio que abarcaba era todo Ñuñohue, esto es, el cerro San Cristóbal, siguiendo el cerro Manquehue y La Dehesa por el norte, la cordillera de Los Andes por el oriente, el río Maipo y cerros de Tango por el sur y los suburbios de la ciudad de Santiago por el poniente. (León Echaíz, 1972: 51).

### 1.2.1.3 Siglo XVIII. Fin de La Colonia

La emergente nobleza chilena compraba títulos para sostener su ascenso ante la Corona Española. Los títulos de Castilla y los Mayorazgos<sup>28</sup>, aunque habían sido abolidos por la Monarquía española, eran la máxima expresión de importancia social de la época. (Sabat, 2000:27)

Hasta el año 1776, en Chile regía la Capitanía General que se componía solamente de dos grandes partidas: la de Santiago y la de Concepción. Ñuñohue dependía de las autoridades de Santiago, variando su dependencia según la materia, del Corregidor, del Cabildo o de la Real Audiencia. En 1778 se producen reformas en los dominios españoles según el modelo francés de Intendencia. La Ordenanza Administrativa de esta reforma crea subdelegaciones, que eran similares a las antiguas partidas pero de menor tamaño. En este esquema, los subdelegados reemplazaron a los corregidores y además designaron representantes para ciertos fragmentos de su administración, que recibieron el nombre de diputaciones y sus gestores el de diputados. El primer diputado para Ñuñohue, don Alejandro Vásquez,

---

<sup>28</sup> “El mayorazgo tuvo por objetivo la mantención de un conjunto de bienes vinculados entre si y transmitidos a través de la herencia. Este legado familiar recaía sobre el hijo mayor del fallecido, de manera tal que el grueso del patrimonio de una parentela no se fragmentaba, generando una eterna sucesión”. Parte de Derecho Civil. Texto del Proyecto de ley sobre ex vinculación de los Mayorazgos presentado a la Cámara de Diputados el 30 de Julio de 1845 por D. Antonio García Reyes. Disponible en: <http://www.archivobello.uchile.cl/manuscritos/MD728.html>





fue nombrado por el Gobernador de Chile Ambrosio O'Higgins en Enero de 1795 (Sabat, 2000:28)

Comenzaron a tomar forma nuevas aldeas. El despoblamiento de indios que se inició durante el siglo anterior en Ñuñoa y Vitacura, continuó a través de Tobalaba, Apoquindo y Macul. De este modo, empezó a forjarse la aldea colonial, *“que habrá de llegar a la época republicana con los típicos moldes de aldea chilena”*. (León Echaíz, 1972:59)

Existía un gran número de “peones”<sup>29</sup> de diversas razas; también había albañiles, carpinteros y mayordomos que trabajaban en distintas propiedades, especialmente durante las vendimias.<sup>30</sup>

Comenzó a proliferar el uso de molinos, movidos por canales sacados del río Mapocho, de hornos para cocer tejas de cubierta, curtidurías, trapiches<sup>31</sup> para aceite, alambiques<sup>32</sup>, fabricación de carretas y de carretones.

Los caminos que inicialmente corrían por la ribera del río Mapocho, por el fondo de las propiedades, van adquiriendo importancia durante el siglo XVIII, conectando la región con la ciudad de Santiago, o bien con otros parajes de importancia. Así el camino de Ñuñoa (actual avenida Irarrázaval) se formó a través del fondo de las chacaras de deslinde al sur de este río.

---

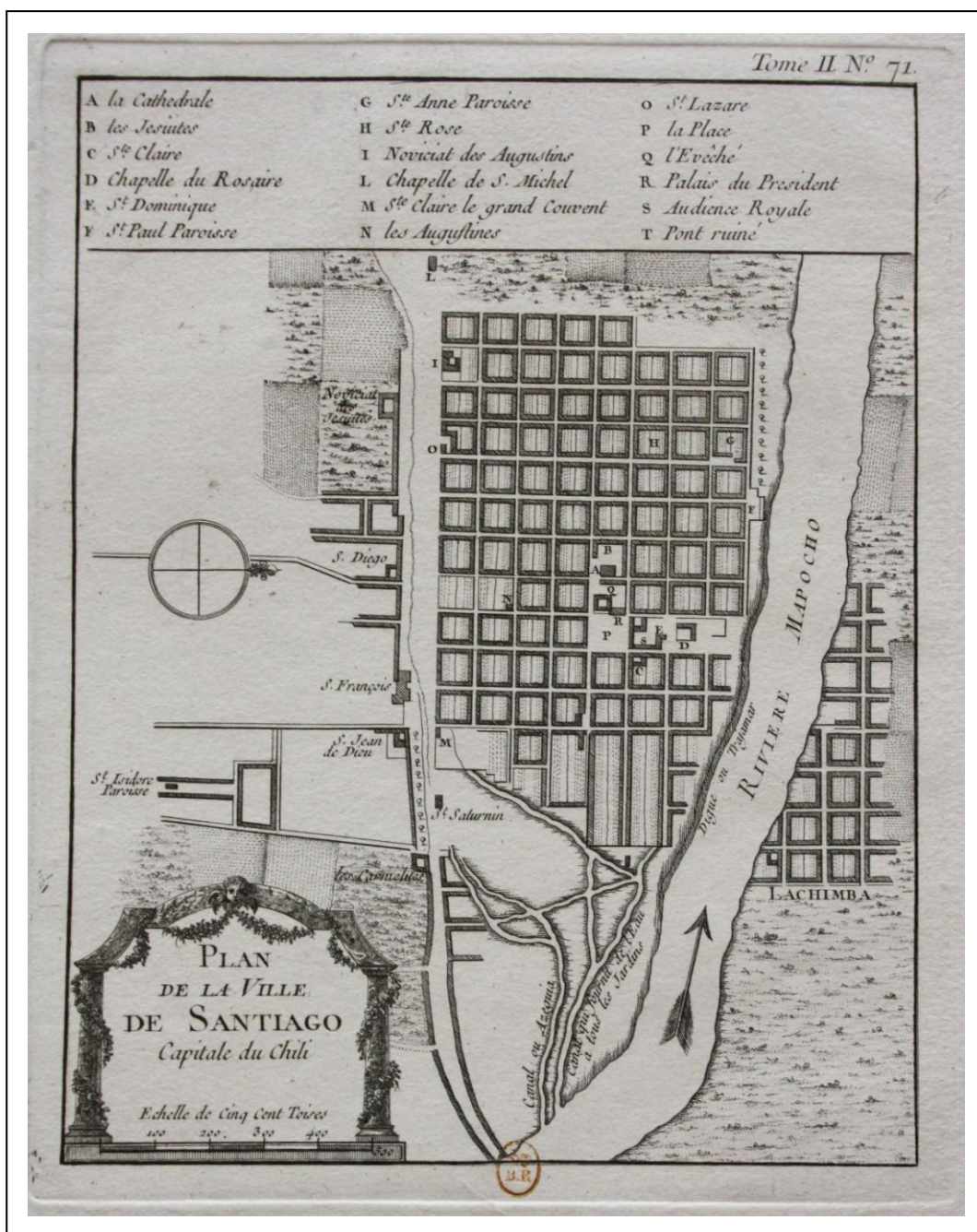
<sup>29</sup> Peones: hombres libres que ofrecían sus trabajos por una remuneración (León Echaíz, 1972: 58)

<sup>30</sup> Para la vendimia, la recogida de la uva, los hacendados de Ñuñoa contrataban gran cantidad de peones, pagándoles en aquella época un salario de dos y medio reales al día (Archivo de la Real Audiencia, volumen 226 (1765) (León Echaíz, 1972:58)

<sup>31</sup> Un **trapiche** es un molino utilizado a fin de extraer el jugo de determinados frutos de la tierra, como la aceituna o la caña de azúcar (<http://es.wikipedia.org/wiki/Trapiche>)

<sup>32</sup> **alambique** s. m. Aparato utilizado para destilar líquidos; está formado por un recipiente, donde el líquido inicial se calienta hasta convertirse en vapor el componente que se quiera destilar, y un tubo largo en espiral (serpentín), donde el vapor recibe frío y vuelve a convertirse en líquido. Alquitara. Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.





**FIG. 1.10,** Plano de Santiago de Chile, de los Cuarteles de Incendio de aquella época; en donde se puede también localizar las Chácaras en sector sur oriente del plano. Camino de borde sur oriente correspondería al camino de Ñuñoa. (Actual Avenida Irrarrázaval). Autor: Nicanor Boloña, Año: 1895. Incorporado al "Álbum de planos de las principales ciudades y puertos de Chile", de la Dirección General de Obras Públicas (Oficina de Geografía y Minas), Santiago, 1896. Disponible en Biblioteca Nacional de Chile y en el Sitio Web: <http://www.archivovisual.cl/plano-de-santiago-6>







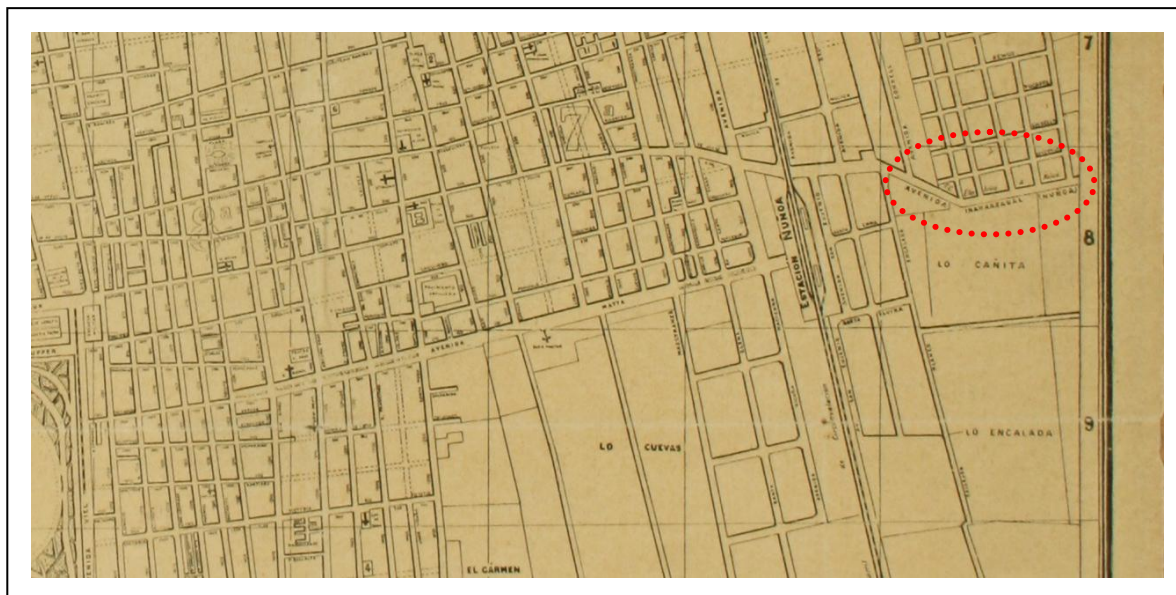
**FIG. 1.11** Imagen de ciudad fundacional. Archivo visual de Santiago período 1701 – 1750.  
Disponible en : <http://www.archivovisual.cl/plan-de-la-ville-de-santiago-capitale-du-royaume-de-chili>





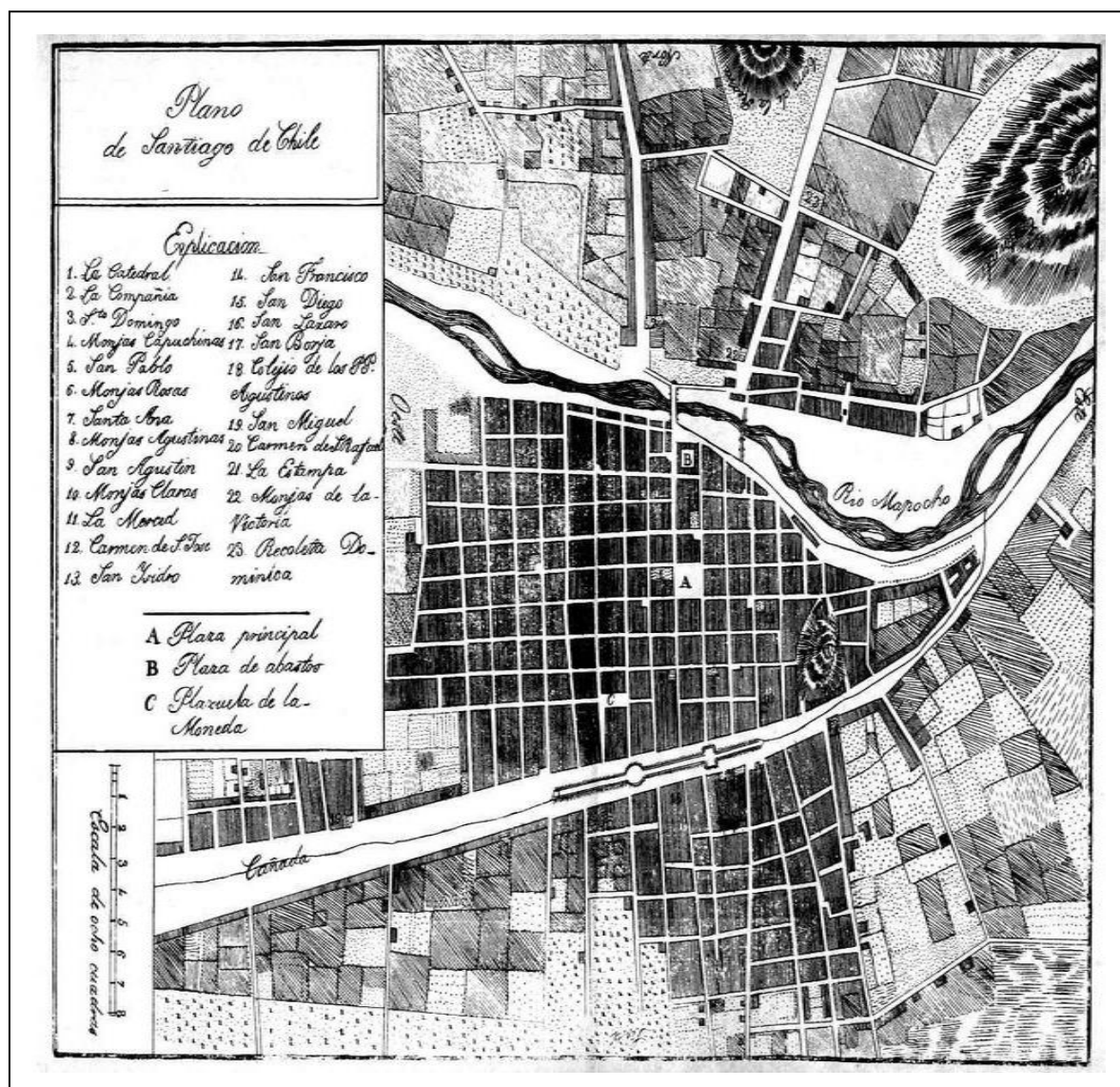
**FIG. 1.12**, Plano de Santiago de Chile, que muestra el crecimiento de la ciudad hasta ese entonces. Autor: Nicanor Boloña, Año: 1910. Disponible en Biblioteca Nacional de Chile y en el Sitio Web: <http://www.archivovisual.cl/category/autor/b/nicanor-bolona>





**FIG. 1.13,** Acercamiento de Plano de Santiago de Chile, mostrando la Estación Ñuño A, y el Antiguo Camino de Ñuño A con la denominación actual de Avenida Irarrázaval. Autor: Nicanor Boloña, Año: 1910. Disponible en Biblioteca Nacional de Chile y en el Sitio Web: <http://www.archivovisual.cl/category/autor/b/nicanor-bolona>





**Fig. 1.14,** Plano de Santiago de 1834, que tuvo por autor a Guzmán, mostrando claramente la ruralidad existente en el Sur de Santiago, tanto al Poniente como en el Oriente. Y entre ellos, El Camino de borde Sur Oriente correspondería al camino de Ñuñoa. (Actual Avenida Irarrázaval). Disponible en el Sitio Web:

<http://www.ciencia.cl/CienciaAlDia/volumen1/numero1/articulos/articulo3.html>

El camino del Tamar y el de Ñuñoa eran cruzados por canales que trasladaban agua desde el río Mapocho. Era tanta el agua que corría por sus cauces, que en una ocasión el canal de los Molinos interrumpió el tránsito de los carruajes, impidiendo el traslado de productos a Santiago. Esto originó una presentación al gobernador Ambrosio O'Higgins de gran número de vecinos y hacendados de Ñuñoa, para que se ejecutase un nuevo puente, el cual fue ordenado por don Ambrosio el día 7 de Agosto de 1795.







Otros caminos de gran valor fueron el de Peñalolén y Macul, que conducían hacia el oriente el primero y al río Maipo el segundo. Ambos sectores son en la actualidad comunas independientes.

Aunque existían haciendas patronales de calidad, en ladrillo, también había ramadas, ranchos de tapial con barro, ranchos con techumbre de paja, quinchados y otros.<sup>33</sup>

La agricultura sigue perfeccionándose con nuevos cultivos (papas, maíz, frijoles, trigo, cebada, alfalfa y otros) al extremo que además de surtir de productos a la ciudad de Santiago, se enviaban a Valparaíso para ser embarcados al Perú.

Las viñas adquirieron importancia. En 1743 existía una viña en Macul con aproximadamente cinco mil plantas. Los jesuitas tenían en su chacra de Ñuñoa una viña con quince mil plantas, que producía mil arrobas de vino. El convento de San Agustín en su “chacra de arriba” en Ñuñoa<sup>34</sup>, obligaba a su arrendatario en 1782 a cultivar cuatro mil plantas de vid.<sup>35</sup>

En 1772, Martín de Ugareta abrió el cauce de un canal desde el río Maipo hacia el Mapocho después de tiempos de gran sequía, bautizándolo con el nombre de Canal san Carlos en honor al rey español Carlos III. Paradójicamente se produjeron grandes inundaciones después de abrir el cauce entre ambos ríos. Sólo en 1821, época republicana, bajo el gobierno de Bernardo O'Higgins (hijo natural del gobernador Ambrosio) se concluyó la obra completa del canal.

En la parroquia de Ñuñoa operaba la cofradía de Nuestra Señora del Rosario, formada exclusivamente por indígenas, quienes pagaban un aporte para el mantenimiento del culto a la virgen. El aumento de la población y el trabajo duro que correspondía al párroco hicieron necesario el establecimiento de cuatro ayudas de Parroquia denominadas *Viceparroquias* en el lugar. (León Echaíz, 1972:102). Sus nombres eran: Macul, Vitacura, Rosario (Apoquindo) y la Capilla de Loreto (Peñalolén). También existían capillas privadas y oratorios. Ñuñoa era centro de

<sup>33</sup> Archivo de la Real Audiencia, volumen 408. (León Echaíz, 1972: 63-64).

<sup>34</sup> Actualmente la congregación de sacerdotes agustinos tiene un colegio en ese terreno, con acceso principal por calle Dublé Almeyda.

<sup>35</sup> Archivo de la Real Audiencia, volúmenes 226 y 1276 y archivo de jesuitas volúmenes 9 y 10. (León Echaíz, 1972: 69).







contemplación del mártir San Saturnino, cuya reliquia (un dedo del pie) fue instalada sobre un pie de plata dorada, otorgada al doctor Andrés Álvarez de Hinostroza, cura de Ñuñoa en 1721.(Sabat, 2000:29). En 1776 Francisco Pereza legó a la Parroquia una cuadra sobre el costado norte del camino de Ñuñoa. En 1802, Enrique Buenaventura, cura párroco de la época, compró el sitio actual, frente a la plaza en el costado sur del camino de Ñuñoa y además edificó la casa parroquial.

#### 1.2.1.4 Siglo XIX, Vida Republicana.

Todavía en los inicios del siglo XIX Ñuñoa continuaba siendo una hermosa campiña, con los mismos caminos rurales por los cuales transitaban tanto grandes propietarios como pobres campesinos.

El territorio nacional chileno estaba conformado por tres provincias: Coquimbo, Santiago y Concepción. Cada provincia era administrada por un Gobernador-Intendente; cada provincia se dividía en partidos bajo la responsabilidad de un Teniente Gobernador. Ñuñoa formó parte de Santiago.<sup>36</sup>

En 1843 se promulgó la primera ordenanza que normalizó el concepto de “cuarto redondo”, ya que se entendía como tal aquél al cual entraba luz y ventilación por la puerta de entrada. (Hidalgo, 2002:85). El 20 de febrero de 1906 se promulgó la ley que creaba los Consejos de Habitaciones Obreras. Existían consejos en las ciudades más importantes del país, cuyo objetivo principal era construir, mejorar y normalizar la vivienda popular. La Ley de Municipalidades (1854) decretaba que los ayuntamientos debían encargarse de la salubridad de las ciudades y poblaciones.

En el plano de la ciudad de Santiago del año 1834, se puede observar que más al oriente de la calle Ollería (actual Av. Portugal) existía campo, cercos, arboledas,

---

<sup>36</sup> La ley del 30 de agosto de 1826 dividió el país en ocho provincias. Ñuñoa siguió perteneciendo a la provincia de Santiago. La Constitución Política de 1833 estableció que las provincias se divadiesen en departamentos, éstos en subdelegaciones y éstas en distritos. La provincia de Santiago se dividió en tres departamentos. El departamento de Santiago se fragmentó en 27 subdelegaciones urbanas y 26 rurales, conformadas por numerosos distritos. La zona de Ñuñoa formó parte del departamento y provincia de Santiago; el territorio de Ñuñoa quedó conformado por las siguientes subdelegaciones rurales: 1ª) Las Condes, 2ª) San Carlos, 3ª) Apoquindo, 4ª) Ñuñoa, 5ª) Providencia, 6ª) Santa Rosa, 7ª) Subercaseaux y 26ª) Mineral Las Condes (León Echaíz, 1972:153-154)





caminos, viñas y algunas edificaciones de gran tamaño, especialmente de congregaciones religiosas.

A fines del siglo XIX, la ciudad de Santiago se mostraba muy compleja y socialmente diversa. Contaba con 250.000 habitantes y la expansión era evidente, tanto así que el presidente Jorge Montt en 1891 promulgó la ley de Comuna Autónoma y el decreto de creación de municipalidades, que permitieron la formación de diferentes divisiones administrativas en el Departamento de Santiago, cuyo objetivo fue mejorar la administración local. Este departamento quedó constituido por circunscripciones urbanas y rurales. De este modo los nuevos concejos estuvieron en condiciones de ofrecer a los vecinos, atractivas ventas de terrenos en la ciudad en expansión.<sup>37</sup> Asimismo, la Municipalidad de Santiago quedó conformada por 10 circunscripciones urbanas, a través de 27 subdelegaciones urbanas. *A su vez, se agruparían gran parte de sus 26 subdelegaciones rurales, conformando los territorios de nuevas municipalidades rurales, los que, segregados de la antigua municipalidad departamental santiaguina, comenzarían rápidamente a crecer urbanísticamente. Maipú, Ñuñoa, Renca, Lampa, y Colina se crearían en 1891, Providencia y Barrancas en 1897; y en 1901, Las Condes. En el departamento de La Victoria, se originarían Lo Cañas en 1891, el que sería dividido en La Granja y Puente Alto en 1892. En 1899 nacería La Florida y en 1925 se crea Cisterna.*<sup>38</sup>

El 19 de Abril de 1895 el presidente Jorge Montt y su Ministro del Interior Ramón Barros Luco firmaron el Decreto 1471 que señalaba: *“Vista la solicitud que antecede y teniendo presente el desarrollo alcanzado por el pueblo de Ñuñoa. Decreto: Concédese el título de Villa al pueblo de Ñuñoa, situado en el departamento de Santiago”*. Frente a tales honores se inician gestiones para cambiar el nombre de “Camino de Ñuñoa” por Avenida Irarrázaval y se otorgó el título de fundador de la comuna a don Manuel José Irarrázaval Larraín. (Sabat, 2000:42)

<sup>37</sup> Luego, con los Decretos Fuerza Ley N° 8582 y N° 8583 de 1927, que modificaron las antiguas provincias, departamentos y el territorio de las comunas y subdelegaciones, se crea la comuna de Santiago propiamente tal. Así, la ahora comuna de Santiago se afirmaba como centro neurálgico y punto obligado de referencia de la ciudad para acceder a servicios administrativos, financieros, comerciales, docentes y recreativos. (Municipalidad de Santiago, 2002:6)

<sup>38</sup> Disponible en: (<http://www.creativistas.com/2011/01/documento-audiovisual-parte-del.html>)





Con la ley 4.096 del 5 de Diciembre de 1891, el presidente Montt estipulaba respecto a la creación de municipalidades que Ñuñoa comprendería las subdelegaciones: 1ª Las Condes, 2ª San Carlos, 3ª Apoquindo, 4ª Ñuñoa propiamente, 5ª La Providencia, 6ª Santa Rosa, 7ª Subercaseaux y 26 Mineral de Las Condes, rurales, todas del mismo departamento.

| Departamento de Santiago     |   |   |
|------------------------------|---|---|
| Cabecera:                    | <u>Santiago</u>   |   |
| Comunas/<br>Subdelegaciones: | <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Santiago</u></li><li>• <u>Conchalí</u></li><li>• <u>Providencia</u></li><li>• <u>Las Condes</u> (1932)</li><li>• <u>La Reina</u> (1963)</li><li>• <u>Ñuñoa</u></li><li>• <u>La Florida</u> (1934)</li><li>• <u>Maipú</u></li><li>• <u>Yungay</u></li><li>• <u>Barrancas</u></li><li>• <u>Renca</u></li><li>• <u>Quilicura</u></li><li>• <u>Lampa</u></li></ul> | <ul style="list-style-type: none"><li>• <u>Curacaví</u></li><li>• <u>San Miguel</u> (hasta 1963)</li><li>• <u>La Granja</u> (1939-1963)</li><li>• <u>La Cisterna</u> (hasta 1963)</li><li>• <u>Puente Alto</u> (hasta 1958)</li><li>• <u>San José de Maipo</u> (hasta 1958)</li><li>• <u>Pirque</u> (1929-1930)(1933-1958)</li><li>• <u>Peñaflor</u> (hasta 1940)</li><li>• <u>Talagante</u> (hasta 1940)</li><li>• <u>Isla de Maipo</u> (hasta 1940)</li><li>• <u>San Bernardo</u> (hasta 1937)</li><li>• <u>Calera de Tango</u> (1937-1937)</li></ul> |

**Fig. 1.15,** Esquema de departamento de Santiago y sus subdelegaciones. Disponible en el Sitio Web:  
[http://es.m.wikipedia.org/wiki/Departamento\\_de\\_Santiago\\_\(Chile\)](http://es.m.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Santiago_(Chile))

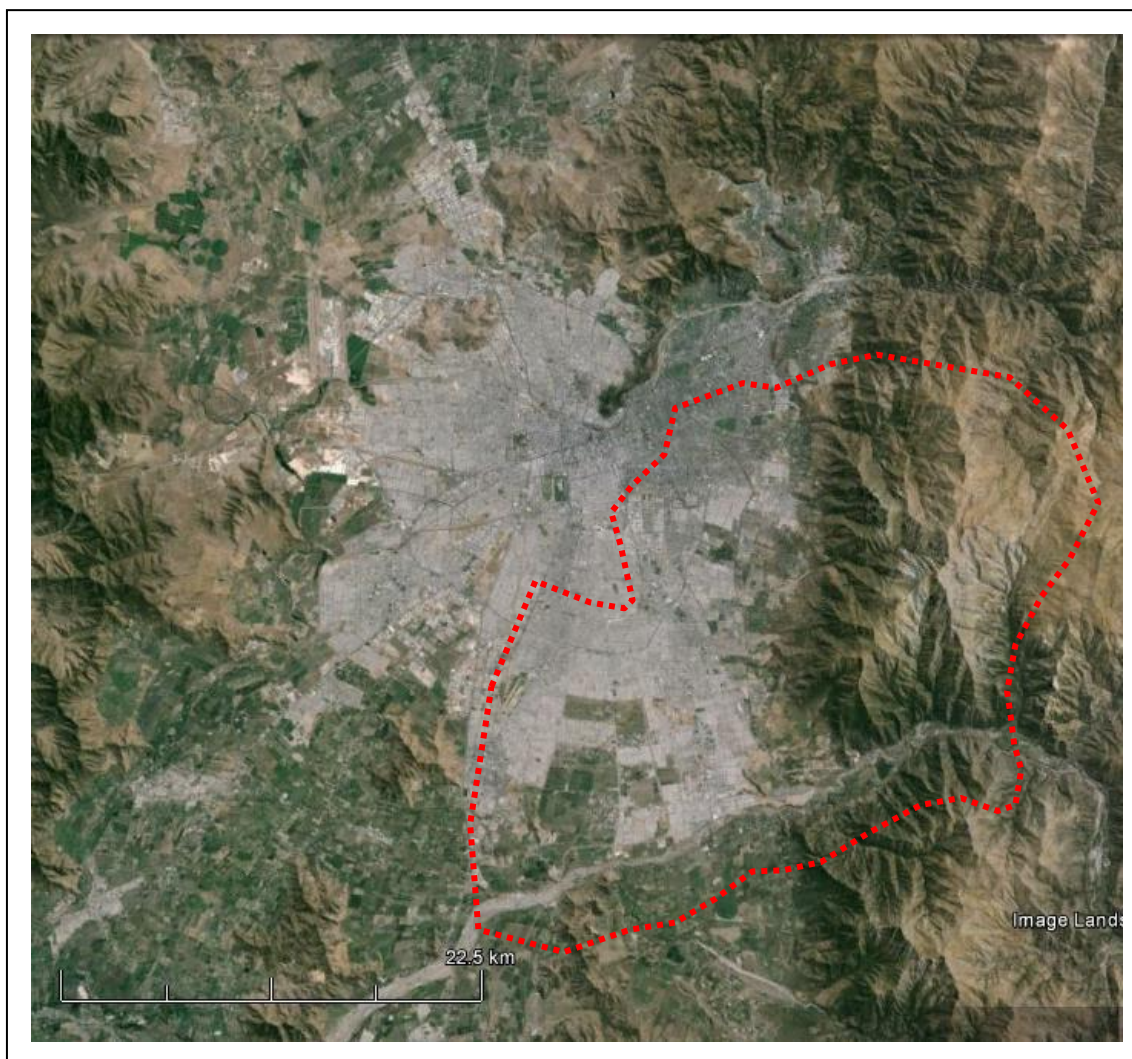




| Departamento de Santiago |  |  |
|--------------------------|--|--|
| Cabecera:                | <u>Santiago</u>  |  |
| Superficie:              | 2.380 km <sup>2</sup> (1897)   |  |
| Habitantes:              | 312.467 hab. (1895)  |  |
| Densidad:                | 131,3 hab/km <sup>2</sup> (1895)   |  |
| Subdelegaciones:         | <ul style="list-style-type: none"> <li>Urbanas: <ul style="list-style-type: none"> <li>1a, Cajitas de Agua</li> <li>2a, Santa Lucía</li> <li>3a, Teatro Municipal</li> <li>4a, El Comercio</li> <li>5a, Moneda</li> <li>6a, Santa Ana</li> <li>7a, Mercado San Pablo</li> <li>8a, Negrete</li> <li>9a, Gasómetro</li> <li>10a, Yungay</li> <li>11a, Capuchinos</li> <li>12a, San Rafael</li> <li>13a, Quinta Normal</li> <li>14a, Arenal</li> <li>15a, Cañadilla</li> <li>16a, Recoleta</li> <li>17a, Escuela Militar</li> <li>18a, Ollería</li> <li>19a, San Francisco</li> <li>20a, Arturo Prat</li> <li>21a, Mercado San Diego</li> <li>22a, San Ignacio</li> <li>23a, Ejército Libertador</li> <li>24a, Padura</li> <li>25a, Ugarte</li> <li>26a, Matadero</li> <li>27a, Escuela Italia</li> </ul> </li> </ul> | <ul style="list-style-type: none"> <li>Rurales: <ul style="list-style-type: none"> <li>1a, Las Condes</li> <li>2a, Apoquindo</li> <li>3a, Tobalaba</li> <li>4a, Ñuñoa</li> <li>5a, La Providencia</li> <li>6a, Santa Rosa</li> <li>7a, Llano Subercaseux</li> <li>8a, Parque Cousiño</li> <li>9a, Chuchunco</li> <li>10a, Pajaritos</li> <li>11a, Maipú</li> <li>12a, Las Lomas</li> <li>13a, Pudahuel</li> <li>14a, Mapocho</li> <li>15a, Renca</li> <li>16a, Quilicura</li> <li>17a, Lampa</li> <li>18a, Cañada de Colina.</li> <li>19a, Colina</li> <li>20a, Baños de Colina</li> <li>21a, Chacabuco</li> <li>22a, Tiltil</li> <li>23a, Caleu</li> <li>24a, Huechuraba</li> <li>25a, El Salto</li> <li>26a, Mineral de Las Condes</li> <li>27a, El Blanqueado</li> <li>28a, Yungay</li> </ul> </li> </ul> |
| Municipalidades:         | <p>Capital departamental: <u>Santiago</u></p> <p>Circunscripciones (1891-1928):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>Santa Lucía (1891-1928)</li> <li>Santa Ana (1891-1928)</li> <li>Portales (1891-1928)</li> <li>Estación (1891-1928)</li> <li>Cañadilla (1891-1928)</li> <li>Recoleta (1891-1928)</li> <li>Maestranza (1891-1928)</li> <li>Universidad (1891-1928)</li> <li>San Lázaro (1891-1928)</li> <li>Parque Cousiño (1891-1928)</li> <li></li> </ul>   | <p>Otras Municipalidades (1891):</p> <ul style="list-style-type: none"> <li><u>Ñuñoa</u> (1891)</li> <li><u>Maipú</u> (1891)</li> <li><u>Renca</u> (1891)</li> <li><u>Colina</u> (1891)</li> <li><u>Lampa</u> (1891)</li> <li><u>San Miguel</u> (1896)</li> <li><u>Barrancas</u> (1897)</li> <li><u>Providencia</u> (1897)</li> <li><u>Las Condes</u> (1901)</li> <li><u>Quilicura</u> (1901)</li> <li><u>Tiltil</u> (1909)</li> <li><u>Yungay</u> (1916)</li> <li><u>Lo Espejo</u> (1925)</li> <li><u>La Cisterna</u> (1925)</li> </ul>   |

**Fig. 1.16.** Esquema de departamento de Santiago, subdelegaciones y municipalidades. Disponible en el Sitio Web:  
[http://es.m.wikipedia.org/wiki/Departamento\\_de\\_Santiago\\_\(Chile\)](http://es.m.wikipedia.org/wiki/Departamento_de_Santiago_(Chile))





**FIG. 1.17,** La figura muestra un Plano de la Ciudad de Santiago, sobre el cual se presume la delimitación original de Ñuñoa hasta 1891, basada en antecedentes presentados anteriormente. Imagen Extraída de Google Earth e intervenida por Autora.

Manuel José Irarrázaval<sup>39</sup> Larraín fue el más importante impulsor de la implantación de la Comuna Autónoma en Chile y autor de la ley que le dio vigencia. Como Ministro del Interior le correspondió firmar el decreto de creación de la Comuna y Municipalidad de Ñuñoa el 22 de Diciembre de 1891, siendo Jorge Montt Álvarez Presidente de Chile.<sup>40</sup>

<sup>39</sup> La arteria principal de Ñuñoa tomó este nombre; León Echáziz escribe con “y” griega Yrarrázaval. Pedro Sabat lo hace con “I”. En la actualidad, en la vía pública, la señalética indica Irarrázaval.

<sup>40</sup> “El conflicto entre la autoridad presidencial y el parlamento había derivado en que tras la Guerra Civil de 1891, los vencedores promulgan el 22 de diciembre de 1891 la ley de Organización y Atribuciones de las Municipalidades, denominada de la “Comuna Autónoma”, se acogen las tesis de Manuel José Irarrázaval \_ inspiradas en el modelo suizo \_ para descentralizar la administración.” (Sabat, 2000:37)





El 20 de febrero de 1906 se promulgó la ley que creaba los Consejos de Habitaciones Obreras. Existían consejos en las ciudades más importantes del país, cuyo objetivo principal era construir, mejorar y normalizar la vivienda popular.

Las grandes propiedades agrícolas del siglo anterior se mantuvieron, aunque algunas más reducidas por subdivisiones o afectadas por la expansión urbana. El sector de Ñuñoa, albergaba entre otros, a ciertos propietarios de chacras, cuyos nombres aún son recordados en el sector, pues la mayoría de las calles conservan esas denominaciones:

- Gregorio Ossa Cerda: dio origen al sector llamado *San Gregorio de Ñuñoa*, contenía la famosa chacra Santa Julia. En 1860 su propietario construyó una gran mansión que hoy alberga a *La Casa de Cultura de Ñuñoa*. Abarcaba terrenos desde el camino de Macul por el poniente, probablemente el callejón Quilín por el sur y avenida Irarrázaval (camino de Ñuñoa), por el norte.
- José Domingo Cañas: denominada *Lo Cañita*, al sur de Irarrázaval, entre *Eduardo Castillo Velasco*, *San Eugenio* y *Pedro de Valdivia*. Posteriormente su loteo dio paso al conjunto *Elías de la Cruz*. Actualmente se conserva su nombre en una de las vías principales de este sector.
- Lo Valdivieso: situada al sur de la chacra Lo Cañita.
- Lo Infante: ubicada al oriente de la chacra de *José Domingo Cañas*. Uno de sus últimos propietarios fue don Exequiel Fernández, nombre conservado en la actualidad en importante vía de ese sector.
- Lo Encalada: nombre de calle actual en el lugar; emplazada desde la actual Avenida Irarrázaval hacia el sur, hasta aproximadamente San Eugenio. Su primer propietario fue el almirante Manuel Blanco Encalada. Se estima que su último dueño fue Roberto Suárez Mujica, nombre de calle del sector. En





esta chacra posteriormente se edificó *las casas de los conjuntos denominados Crescente Errázuriz y la Colmena estudiados en esta tesis.*

- Callejón de Azolas, actual avenida Infante.
- Joaquín Trucíos: antigua chacra de los jesuitas, se encontraba al norte del camino de Ñuñoa.

Con las nuevas aldeas empezaba a aumentar la población y el territorio fue surcándose con callejones y caminos a la vera de los cuales se fueron conformando chacarillas pequeñas, talleres de artesanos y tiendas de pequeños comercios. Los callejones eran generalmente angostos, tortuosos e irregulares (León Echaíz, 1972:117). Se fue marcando la diferencia entre los núcleos y callejones. Así la villa de Ñuñoa figura en papeles y periódicos de la época como núcleo o centro, mientras que los callejones son accesorios de la villa. Uno de los más antiguos es el *callejón del Traro*, de la época de la Colonia, que corresponde a la actual calle Santa Elena y era un empalme del camino de Ñuñoa hacia Puente Alto.

A fines del siglo XIX los accesos a Ñuñoa eran por la calle Maestranza (antigua Ollería y actual Avenida Portugal) y por el camino de Las Condes (actual Avenida Providencia).







**FIG. 1.18**, Segmento de Plano Nuevo de Santiago. J. Bouquet, Rives y Cía., Estado N° 34. Santiago, enero de 1895. Se aprecia callejones Lo Pozo, Baraínca y Azolas, que dan acceso a Ñuñoa desde el camino a Las Condes (actual avenida Providencia).

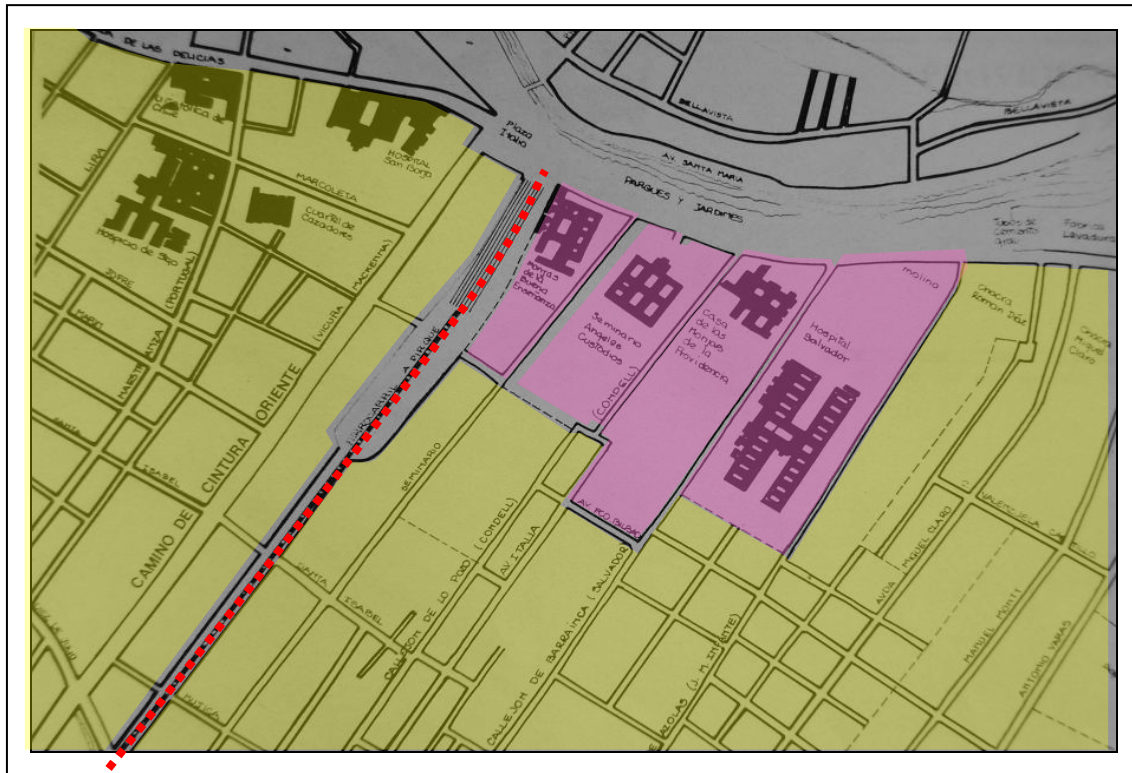
Tomaron importancia los callejones, así el callejón *Lo Pozo* se transformó en la calle *Condell*, el callejón de *Baraínca* en la Avenida *El Salvador* y el callejón de *Azolas* en la avenida *José Manuel Infante*. Todos conectaban entre el camino de *Las Condes*, por el norte y el camino de *Ñuñoa* por el sur<sup>41</sup>.

La comuna de Ñuñoa tenía 26.927 habitantes en 1895. (Antes de crearse las comunas de Providencia y San Miguel). (León Echaíz, 1972: 117).

<sup>41</sup> El camino de Las Condes corre paralelo al río Mapocho y es la actual avenida Providencia







**FIG. 1.19,** Principales caminos de acceso a Ñuñoa en 1901. En sector Providencia se observa edificaciones de: Monjas de la Buena Enseñanza, Seminario Ángeles Custodios, Monjas de la Providencia y Hospital Salvador. (Palmer, 1984:24)





**FIG. 1.20,** El mismo sector de Providencia en la actualidad. Disponible en: <http://chile.pueblosamerica.com/fotos-satelitales/chacra-valparaiso> 9 febrero 2013

A principios del siglo XX, se generaron las primeras poblaciones en propiedades rurales, y junto con ello, el desarrollo de calles y plazas, siguiendo con un Plan de Urbanización. Las principales y más antiguas fueron las siguientes:

1ª Población Avenida Oriente: según León Echaíz, es muy importante, pues constituyó la puerta de entrada al territorio aún hasta hoy en día. El Intendente de Santiago Benjamín Vicuña Mackenna forjó la idea de rodear la ciudad con un *camino de Cintura*<sup>42</sup>; una de las avenidas que conformaron tal camino fue la Avenida Oriente (hoy Avenida Vicuña Mackenna), la cual contribuyó a dar salida al camino de Ñuñoa, pues hasta esa fecha, por esa zona sólo lo hacía la calle Maestranza (antes calle de la Ollería y hoy Portugal). Un total de 72 sitios, separados por pequeñas calles, iban por el oriente de la avenida hasta deslindar con los terrenos del Seminario Conciliar y las Monjas de Buena Enseñanza (terrenos que hoy forman la avenida Bustamante). El Intendente Vicuña Mackenna adquirió el sitio N. 54 donde hoy se encuentra parte de su casa y el Museo que lleva su nombre. (Sabat, 2000: 49)

<sup>42</sup> El camino de Cintura lo creó Vicuña Mackenna para marcar el nuevo límite urbano, diferenciando la ciudad de los suburbios. Su objetivo fue frenar enfermedades incubadas en los arrabales, con una espesa plantación de árboles limitando chacras y quintas que rodeaban la ciudad de Santiago; además como una manera de hacerse cargo sólo del centro de la ciudad.

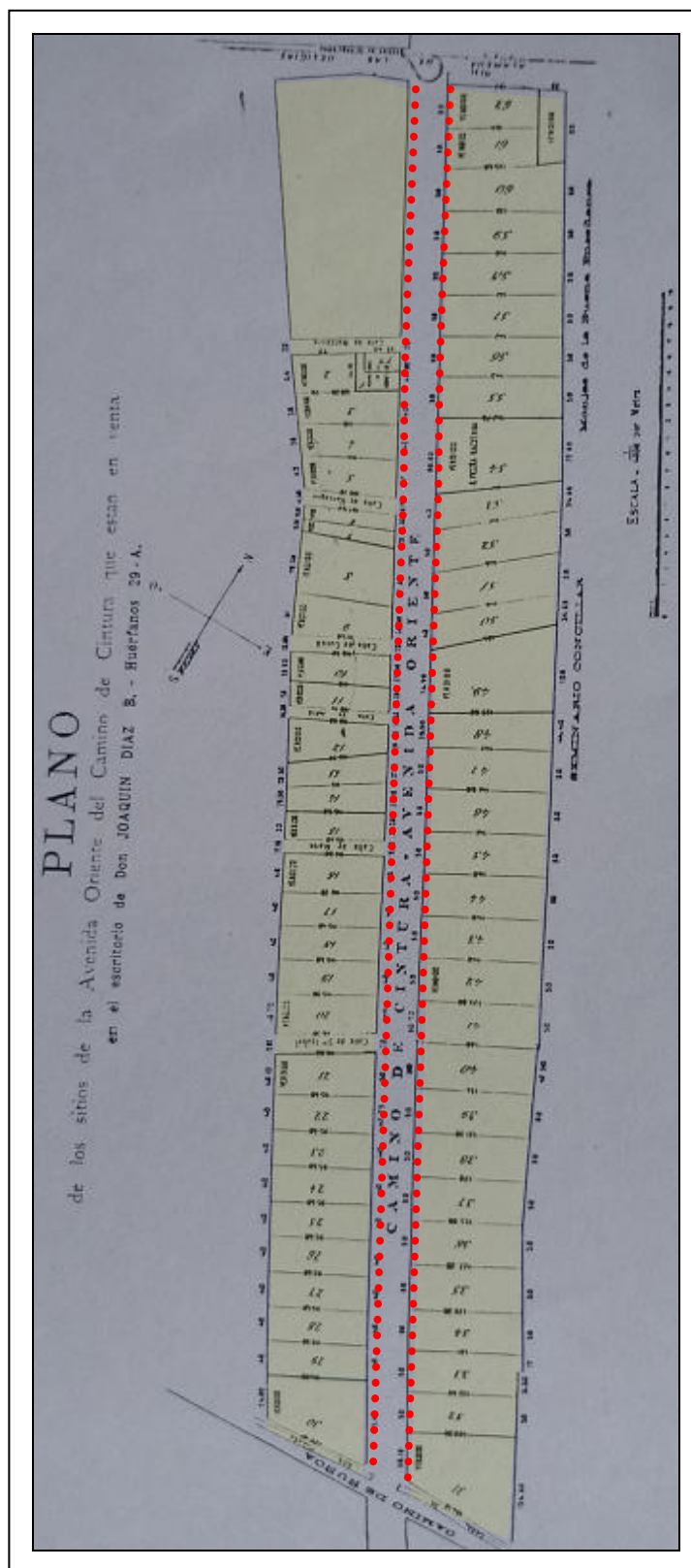




**FIG. 1.21,** En la Figura se grafican los Límites de la Antigua Ciudad de Santiago, Según lo determinado por el Antiguo Intendente de Santiago, el Señor Benjamín Vicuña Mackenna. Se muestra en él, con líneas de colores, lo siguiente: por el norte, en color amarillo se destaca la actual calle Mapocho; en el Poniente, de color rojo y fucsia, la Calle Matucana y Exposición respectivamente. Por el Sur, actual Avenida Matta en color azul. Y por último en el Oriente, la actual Avenida Vicuña Mackenna. Todo este perímetro era conocido como camino de cintura.

Disponible en: <http://www.museovicunamackenna.cl/>





**FIG. 1.22,** Plano Loteo de Antigua Población Avenida Oriente, ubicada en parte del Camino de Cintura. (Actual Av. Vicuña Mackenna). (Palmer, 1984:14)







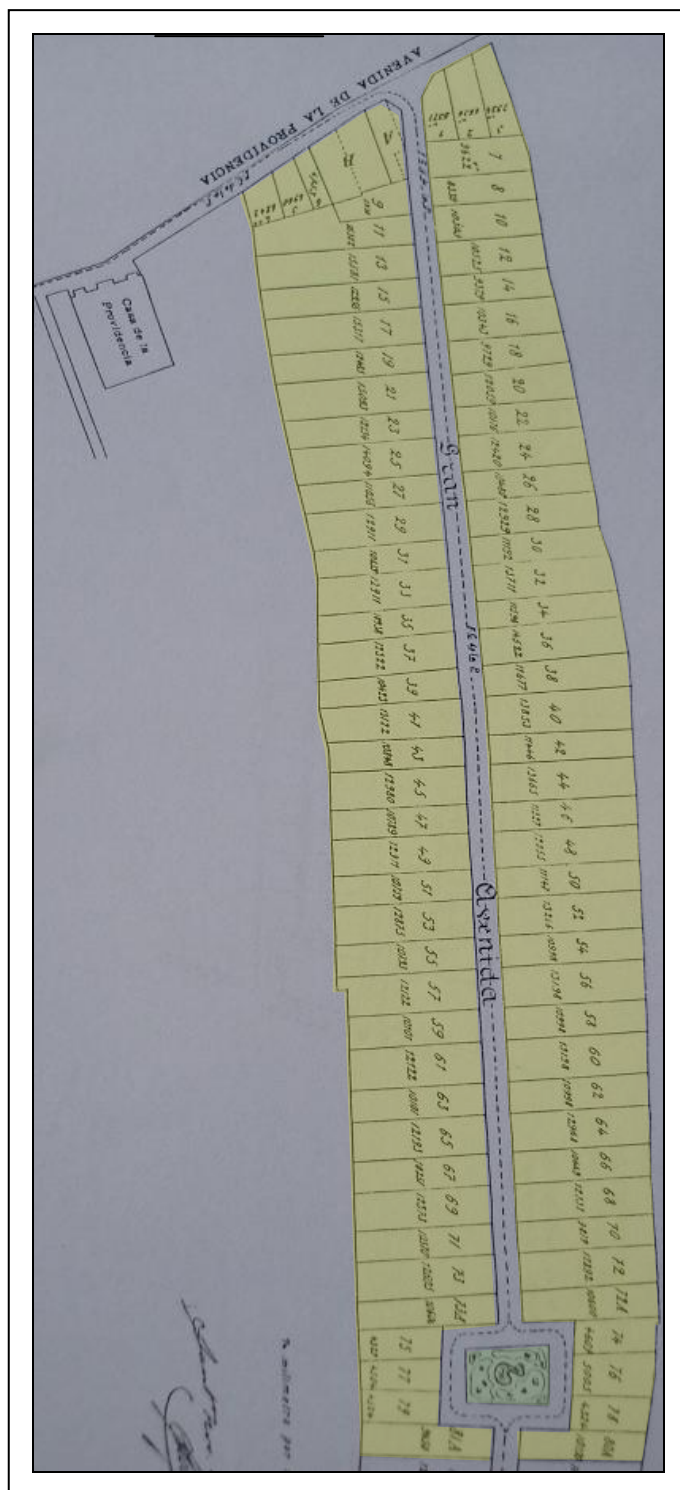
FIG. 1, 23, Imagen satelital extraída de Google Earth (fecha 29/01/2013) basado en esquema de Monserrat Palmer (Fig.1. 22).





2ª Población Providencia: tuvo gran importancia en el proceso de urbanización de Ñuñoa, enmarcada en el concepto de ciudad-jardín con amplios jardines y chalets. Tres años más tarde pasaría a formar parte de una comuna independiente, con el mismo nombre de Providencia. Se conformó por loteo de las chacras del sector en el año 1895. El corazón de este vecindario lo constituyó la actual Avenida Pedro de Valdivia (originalmente Avenida Población Providencia) y corría desde la actual Avenida Providencia por el norte hasta Irarrázaval por el sur. Se trazaron 147 hermosos y extensos sitios a ambos costados de la avenida. Los que deslindaban al poniente de la calle llegaban hasta la chacra de la Providencia y la nueva Casa de Orates, mientras que los de deslinde oriente alcanzaban la chacra de lo Bravo hasta el camino de Villaseca. (León Echaíz, 1972:126). A los pocos años de su configuración funcionó un ferrocarril de sangre que comunicaba las actuales avenidas Providencia e Irarrázaval.





**FIG. 1.24** Loteo Población Providencia. En esta imagen se observa sector de Providencia. Al centro una Gran avenida denominada Pedro de Valdivia. (Palmer, 1984:15)



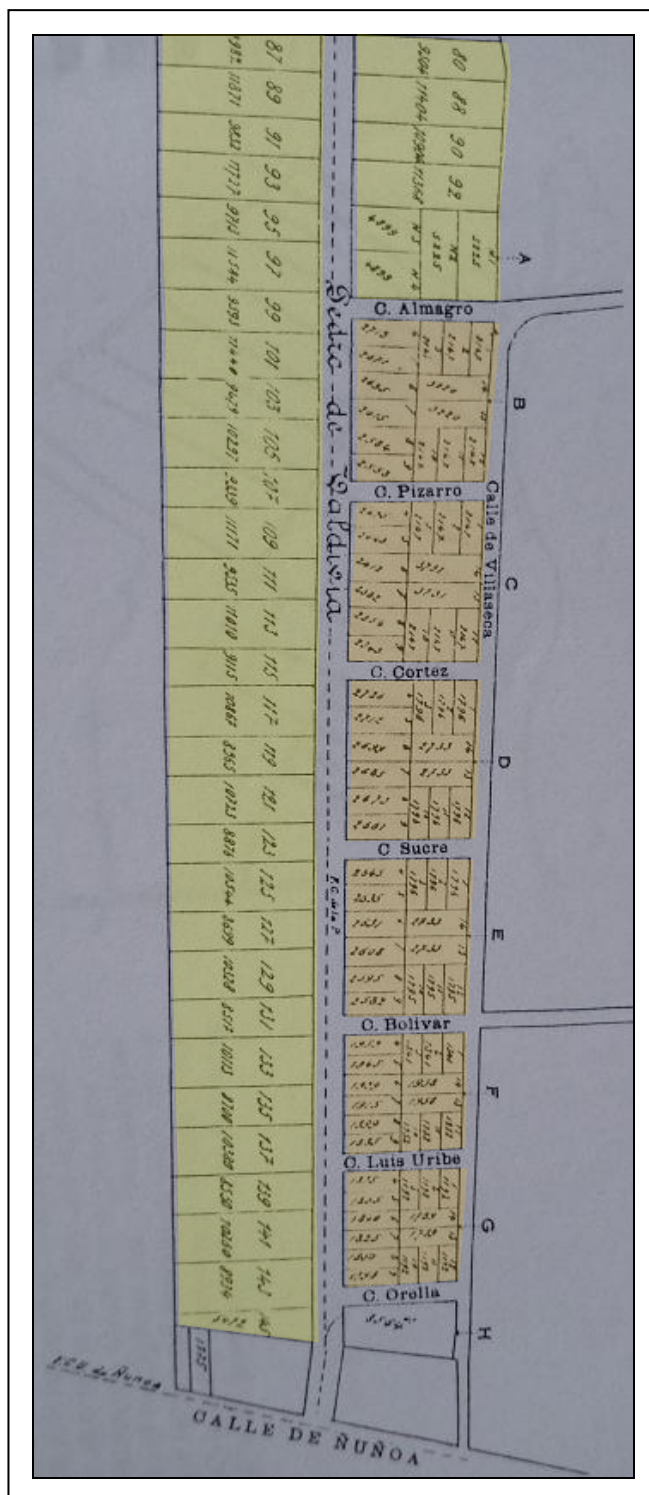


FIG. 1.25 Loteo Población Providencia. En esta imagen solo se observa el sector de Ñuño A (Palmer, 1984:15)







FIG. 1.26



FIG. 1.27

**FIG. 1.26** Loteo Población Providencia, situación actual. En esta imagen se observa sector de Providencia. Imagen satelital extraída de Google Earth (fecha 29/01/2013)

**FIG. 1.27** Loteo Población Providencia, situación actual. En esta imagen solo se observa el sector de Ñuñoa. Imagen satelital extraída de Google Earth (fecha 29/01/2013)





3ª Población San Gregorio de Ñuñoa: se conformó el año 1894 por el loteo de la chacra de don Luis Gregorio Ossa.<sup>43</sup>

4ª Población Juan García Ballesteros: comenzó a configurarse en 1895 en el callejón de Lo Pozo (actual calle Condell). Los avisos de la época indicaban que se encontraba inserta en avenidas con árboles en grandes terrenos que distaban a 16 cuadras de la plaza de Santiago (centro) y a 6 del paseo Tajamar. Partía desde el camino de Ñuñoa (actual Irarrázaval), cercana a las Monjas de Buena Enseñanza. Ya se anunciaba el ferrocarril urbano a las puertas de esta población

5ª Población Salvador: deslindaba con la Población García Ballesteros, siendo de la misma época. Corría a lo largo de la calle que actualmente conserva su nombre (Salvador), cercana al camino de Ñuñoa, deslindando al oriente con el callejón de Azolas (actual J. M. Infante). Por la avenida El Salvador corría el ferrocarril de sangre.

6ª Población Apoquindo: trazada en 1896, cercana a los famosos baños Apoquindo. Existía un servicio de carretelas desde Los Guindos, donde se ubicaba el terminal del ferrocarril de sangre de Ñuñoa. En esa época se publicitaba el alargue de ese medio de transporte hasta Apoquindo.

Según Pedro Sabat, la cantidad de habitantes que residía en Ñuñoa en 1895 ascendía a 26.967. Lentamente fue transformando su carácter rural a urbano, con muchas casas de campo y residencias permanentes.

---

<sup>43</sup> Según el periódico local “El Adelanto”, en un aviso de 1896 figura el siguiente texto; “comprende la gran plaza para la cual ha donado el señor Luis Ossa B. más de una cuadra de terreno. En el lado oriente de esta plaza está situada la iglesia parroquial y en los del poniente y sud se construirá pronto la casa consistorial”.





## Segregaciones de la Comuna de Ñuñoa: San Miguel y Providencia

El decreto N. 3146 de fecha 10 de Agosto de 1896 separó de Ñuñoa las subdelegaciones de Santa Rosa y Subercaseaux, generando la nueva comuna de San Miguel. La jurisdicción entregada a Ñuñoa en 1891 era muy extensa y por tanto, difícil de controlar.

Tan sólo unos meses después se concreta el decreto N. 519 de 25 de febrero de 1897, segregando las subdelegaciones de Las Condes, San Carlos, Providencia y Mineral Las Condes, generando la nueva comuna de Providencia.

### 1.2.1.5 Siglo XX. Época aristocrática, expansión y modernidad

En los inicios del siglo XX se pobló el núcleo central de la comuna. En la opinión de Sabat, era común que las calles tomaran el nombre de dueños de chacras y vecinos prominentes de quintas. El ejemplo lo tiene el sector *La Cañita*, por la *chacra de don José Domingo Cañas*, situada entre las calles Irarrázaval, San Eugenio, Eduardo Castillo Velasco y Pedro de Valdivia. Domingo Cañas donó sus terrenos a la beneficencia, *siendo loteados para poblaciones y para un campo de deportes (año 1918)*, que dio origen a la actual avenida con ese nombre. *En la mitad del loteo se trazó una avenida llamada Santo Domingo que luego pasó a ser la actual José Domingo Cañas.*

Otras chacras notables fueron Lo Encalada, El Rosario, Santa Carolina, El Porvenir y Lo Valdivieso. En 1938 se edificó el Estadio Nacional, y en 1962 La Villa Olímpica, ambos en la chacra Lo Valdivieso.

La *chacra San Gregorio* fue vendida una parte al Municipio de Ñuñoa y otra a don José Pedro Alessandri, quién le cambió el nombre a chacra Santa Julia en honor a su esposa Julita Altamirano Talavera. *En 1911 se urbanizó esta chacra trazando en medio una Gran Avenida, la actual José Pedro Alessandri* con grandes lotes a ambos lados de la vía. Uno de sus mejores barrios residenciales, con lotes de menor tamaño fue aquél de la avenida Santa Julia. *Los descendientes de Alessandri terminaron de urbanizar la chacra de don José Pedro y cedieron sus casas*





*patronales al Municipio*, que se convirtieron en la Casa de la Cultura y la Biblioteca de la Comuna.

No deja de ser interesante la afirmación recogida en el Documento de Trabajo de Simón Castillo sobre la historia de los Centros Cívicos de Santiago, cuando dice que *“sólo Ñuñoa contaba con un espacio cívico consolidado y visible, además de núcleos comerciales”*. (Castillo, 2006:22)

Sobre la progresiva urbanización de estas zonas de las afueras de Santiago, Beatriz Aguirre nos dice que *“la ocupación de la periferia se fue haciendo cada vez más intensa y entre las causas estaba el alza que experimentaron los arriendos como consecuencia del aumento de las contribuciones en la zona central de la ciudad, al trazado y puesta en operaciones de líneas de tranvías eléctricos que permitían un mejor transporte y comunicación con las zonas periféricas y, finalmente, a los deseos de ciertos grupos sociales de priorizar la cercanía con la naturaleza y a un mejor clima. Contribuyó a expandir y a difundir los beneficios y atractivos de estas nuevas comunas un recurso moderno: la propaganda masiva en periódicos y medios de comunicación orales y escritos”*. (Aguirre, 2005: 21)

En diciembre de 1928 ocurrió un gran terremoto que afectó las ciudades de Talca, Constitución y Curicó, este hecho contribuyó a que se generara importantes avances en instrumentos de manejo urbano, como la creación de una normativa que unificase diversos criterios sobre edificación y que las ciudades pudiesen contar con un plano que regulara su crecimiento. Nace entonces la primera Ley General de Construcciones y Urbanización N. 4563 de fecha 30 de Enero de 1929, impulsada por el Ministro de Fomento don Luis Schmidt Quezada. (Aguirre, 2005: 15)

Este documento mencionaba ciertos requerimientos que obligaban *“a todas las comunas con poblaciones de más de 20.000 habitantes, a confeccionar un anteproyecto de urbanización, que debía ser sometido a la consideración del Ejecutivo. Un año más tarde la materialización de esa idea cobró pleno vigor. Precisamente, en enero de 1930 comenzó la vigencia provisional de la Primera Ordenanza General de Construcciones y Urbanización”*. (Cáceres, 1995:88; Aguirre, 2005:15)





La formación de los conjuntos habitacionales de fines de la década de 1920, objeto de esta tesis, se generó gracias al apoyo otorgado por Cajas, Asociaciones y Cooperativas que actuaron prontamente una vez que estuvo vigente la *Primera Ordenanza General de Construcciones y Urbanización*.

Según María Luisa Catalán las casas de Ñuñoa de los años 1940 marcaron un emblema de innovación y cambio. La clase media emergente compuesta esencialmente por inmigrantes árabes y profesionales deseaba ostentar y lo hizo a través de la edificación de chalets atrevidos y novedosos:

*“Ser vanguardista y moderno es la expresión de la arquitectura de Ñuñoa. Cada mandante pedía algo distinto (Art-Decó, Bauhaus, Moderno) y los menos, intentaban copiar a la aristocracia emulando castillos.*

*La inspiración la cogían de las revistas como “Zig-Zag” y “Arquitectura y Urbanismo” y de edificios locales, esto explica por qué los mandantes piden casa con una torre vidriada (como la de la Clínica Santa María) o un chalet como la de tal o cual paisano.*

*Es una arquitectura que usa como modelo cajones con volúmenes desprovistos de decoración o casas que asemejan un barco, son viviendas aisladas, transitables por todos los costados, abiertas al paisaje y la naturaleza a través de su fachada.”*  
(Catalán, 2009:1)

En la opinión de Miguel Ruano, en estas urbanizaciones el movimiento moderno integró lo natural en lo urbano y este nuevo paisaje lo entregó la ciudad a sus habitantes como parte de su bienestar. (Ruano, 1999: 8; Aguirre, 2005:20)







**FIG. 1.28,** Casa estilo moderno en Ñuñoa es una de las pocas casas que según María Luisa Catalán marcó un emblema de innovación y cambio. Calle Brown Norte 382. Arquitecto Carlos Bresciani, 1946. Fuente: Catalán. Disponible en: <http://minunoa.blogspot.com/2009/02/blog-post.html>

Declinando el medio siglo, aparecieron grandes conjuntos de viviendas de esquemas puros y volúmenes aislados impulsados por organismos públicos como la CORVI (Corporación de la vivienda) y la CORMU (Corporación de Mejoramiento Urbano)

En los años 50 y 60 se construyeron numerosos edificios denominados bloques en la avenida Grecia desde Pedro de Valdivia hasta Américo Vespucio, observándose un gran cambio en la escala. Horacio Torrent señalaba que el cambio que había proporcionado estas nuevas construcciones también estaba *“en las formas modernas y en la presentación de las condiciones constructivas, generalmente en hormigón armado. Algunos de los más sobresalientes fueron: la continuidad de la villa Presidente Ríos (Hurtado, Geisse, 1953-1959), la Población Exequiel González Cortéz o villa Olímpica (González, Mardones, Hegedus, Bravo, Poblete, 1960-63), la villa Presidente Frei (Larraín, Balmaceda, 1965-69), y la Unidad Vecinal Providencia (Barella, Eskenazi, 1965) en Santiago, el conjunto Playa Ancha en Antofagasta de*





*Ricardo Pulgar (1957-68), y la Remodelación CORVI en Concepción (González, Iribarne, Mardones, Poblete, 1965), para solo nombrar algunos ejemplos". (Torrent, 2010:1)*



**FIG. 1.29,** En la década de 1960 se construyeron edificios modernos de hormigón armado. Imagen izquierda muestra Villa Presidente Frei (Fuente de imagen: villafrei.blogspot.com). Imagen derecha: Villa Olímpica o Población Exequiel González Cortez (Fuente de imagen: www.theclinic.cl)

El uso del hormigón armado fue muy efectivo en la edificación del siglo XX. No obstante, pese a ser un material muy resistente como lo prueban las *casas modernas* de Ñuñoa, algunos edificios presentaron daños severos con los terremotos de 1985 y 2010.

Desde 1970 Ñuñoa habría consolidado su carácter residencial y de servicios. Lo demuestra un importante eje comercial, la avenida Irarrázaval, con grandes cambios en densificación de población. La nueva construcción de edificios en altura está afectando la antigua fisonomía ñuñoína de calles tranquilas con edificaciones de uno o dos pisos, sustituyéndola por agitadas aglomeraciones en las vías principales.





**FIG. 1.30,** Vista panorámica de Ñuñoa, desde su límite poniente. Se observa barrera natural oriente, al fondo (Cordillera de Los Andes). La nueva edificación en altura, está afectando la antigua fisonomía ñuñoína de calles tranquilas y edificaciones de uno y dos pisos.<sup>44</sup> Imagen de Wikipedia.

### 1.2.1.6 Segregaciones de la comuna durante el siglo XX

La comuna ha crecido sostenidamente, pese a sucesivas segregaciones de jurisdicción. Se nombró en el siglo XIX las de Providencia y San Miguel. Durante el siglo XX ocurrió la desmembración de La Reina, (Ley 15.169 del 23 de febrero de 1963). Las últimas segregaciones fueron Macul y Peñalolén, (con el DFL 1, N. 3260 del 9 de marzo de 1981), que modificó límites de Ñuñoa y Providencia.

| Evolución demográfica de Ñuñoa 1895-2012 |                           |
|--|---------------------------|
| Año                                      | Población                 |
| 1895                                     | 12.561                    |
| 1902                                     | 19.822                    |
| 1911                                     | 21.877                    |
| 1934                                     | 43.287                    |
| 1940                                     | 62.370                    |
| 1952                                     | 125.967                   |
| 1960                                     | 201.788                   |
| 1960                                     | 280.239                   |
| 1981                                     | 421.860                   |
| 1985                                     | 169.196                   |
| 1992                                     | 172.575 (Sabat, 2000:100) |
| 2002                                     | 162.481                   |
| 2012                                     | 195.300 (Censo 2012:52)   |

El decrecimiento de población desde 421.860 habitantes en 1981 a 169.196 en 1985 se debe a la última segregación de territorio ocurrida en 1981 al independizarse Macul y Peñalolén de Ñuñoa.

<sup>44</sup> Disponible en: <http://commons.wikimedia.org/wiki/File:Cordillera.jpg>







Entre 1992 y 2002, existe un notorio decrecimiento de población, aun cuando el territorio ha mantenido su tamaño. No obstante, en 2012 se vuelve a observar aumento de población; sin embargo en la opinión de expertos no aumenta en la proporción esperada.

Según el Director del Instituto Nacional de Estadísticas (INE), Francisco Labbé:

*"Lo que está ocurriendo en Chile es histórico, principalmente producido por el desarrollo y los cambios en los comportamientos de las personas. Hoy, por ejemplo, las mujeres no quieren tener hijos a los 25 años y los jóvenes se casan más tarde. Eso hace que las tasas de natalidad caigan fuertemente"* (La Segunda, 2012:1)

### 1.2.2. Formación de los primeros conjuntos habitacionales.

El crecimiento de Ñuñoa a principios del siglo XX se generó por la apertura de largas avenidas y calles<sup>45</sup> como se mencionó en la creación de las primeras poblaciones. Según Montserrat Palmer este crecimiento estuvo en manos de iniciativas privadas que habrían actuado en dos etapas: primero con la apertura misma de avenidas como Pedro de Valdivia, Macul, Ricardo Lyon (1900-1925) y segundo con las Cajas, Asociaciones y Cooperativas que dieron vida a *pequeños conjuntos en Providencia y Ñuñoa*. Estos últimos nos interesan especialmente pues serán el principal objeto de la presente tesis. Acabamos de señalar que en 1897 se separó de Ñuñoa la subdelegación de Providencia constituyéndose en comuna independiente.

Según Palmer, la formación de grandes manzanas de periferia de gran tránsito en el exterior, y con un trazado interior de continuidad poco clara, reproduce la característica de Providencia: exterior activo e interior tranquilo.

En estas grandes manzanas se insertó entre 1920 y 1930 los pequeños conjuntos ejecutados por las cajas, asociaciones y cooperativas. Palmer llama Poblaciones a estos pequeños conjuntos caracterizados por un trazado de calles, división predial y construcción unitaria con una escala urbana y arquitectónica más pequeña que la de

<sup>45</sup> Las calles largas sin cruces intermedios se denominaron callejones





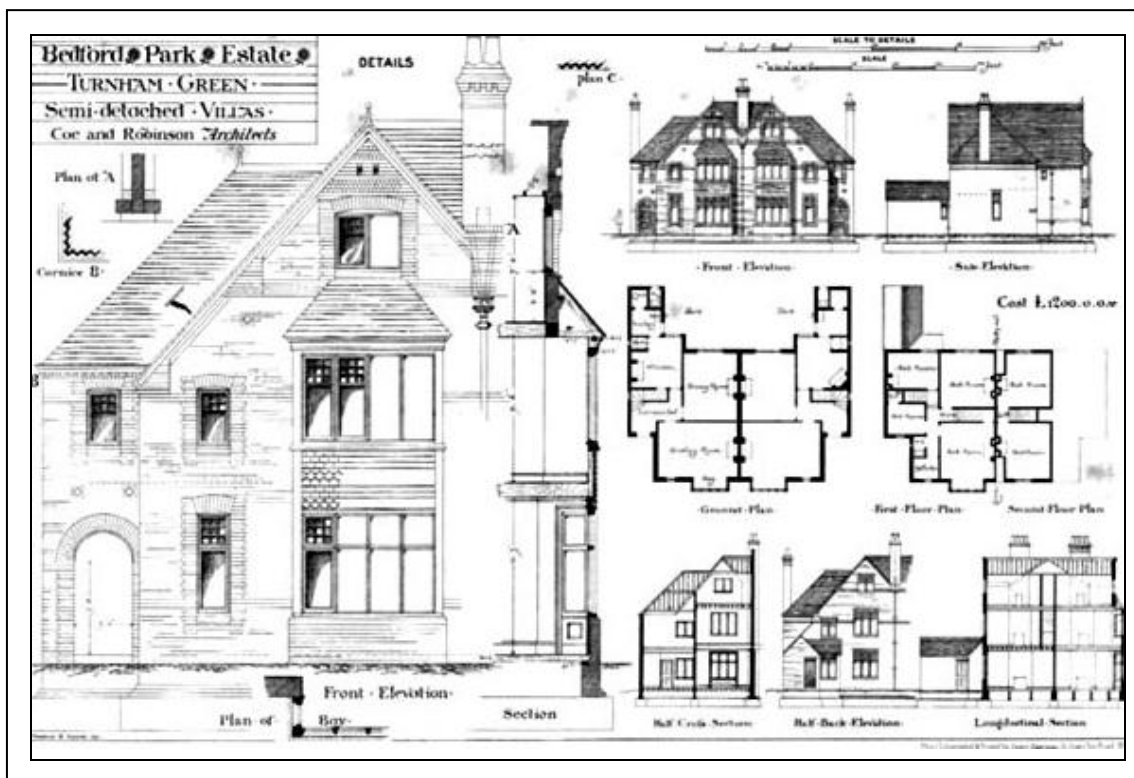
su - en ese momento- entorno de villas, *casas quinta*<sup>46</sup> y chacras. Ella menciona que la superficie límite exterior de estas pequeñas casas, es la reja, el arbusto, el balcón, las terrazas, las flores, los techos, como contenedores o barreras de un conjunto de recintos que se agrupan precariamente en torno a una escalera. Señala que la reja de ladrillo y madera se construye con laboriosidad, permitiendo que la vereda de baldosas con franjas rojas penetre al interior de la propiedad llegando al acceso de la vivienda por el jardín entre macizos de flores y árboles. En la actualidad muy pocas viviendas conservan ese tipo de vereda y reja. Sin embargo, permanece la idea de enfrentamiento a la vía del modelo tradicional que existía en 1920, con su predio de 4 límites que privilegia la fachada a la calle.

En la opinión de Palmer, las bibliotecas de los principales constructores de villas de principios de siglo XX en Santiago de Chile (Smith Solar, Larraín Bravo, Knudsen Larraín, Cruz Montt y Bertrand), contenían abundante información sobre ciudades jardín construidas en Inglaterra, EEUU y Francia. La influencia alemana y vienesa “siedlungen” habría llegado tardíamente con Karl Brunner cerca de 1930.

---

<sup>46</sup> En Chile la casaquinta es un concepto muy parecido al usado en Argentina y Uruguay, la casaquinta es de origen colonial (siglo XVII) y es una propiedad de al menos 1 o dos hectáreas rodeada de altos muros por sus cuatro costados, parte de los cuales son estructurales para la vivienda principal. Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Quinta\\_\(urbanismo\)#En\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Quinta_(urbanismo)#En_Chile)





**FIG. 1.31,** En la imagen se observa plantas, elevaciones y cortes de viviendas que constituyeron Ciudades Jardín en Inglaterra. Imágenes de este tipo, según Montserrat Palmer, exhibían en sus decoraciones los arquitectos de principios de siglo XX en las principales oficinas de diseño en Santiago de Chile.

Elevations, sections & plans as published in The Building News, February 23rd 1877. 1877 – Semi Detached Villas, Bedford Park Estate, Turnham Green, London

Tags: 1877, Bedford Park, Coe & Robinson, London, Turnham Green

Architect: Coe & Robinson . Disponible en:

<http://archiseek.com/2009/1877-semi-detached-villas-bedford-park-estate-turnham-green-london/>

Durante la década de 1920, Ñuñoa y Providencia estaban mayoritariamente constituidas por villas de descanso y *casas quintas* de gran tamaño, especialmente aledañas a caminos importantes como Pedro de Valdivia, Camino de Cintura, Camino de Macul y Camino de Apoquindo, entre otros. Sin embargo existían sectores menos valorizados, propicios para la inserción de poblaciones para empleados, para suboficiales de fuerzas armadas o incluso algunos burgueses masones.<sup>47</sup> Es importante señalar que en marzo de 1925 se había promulgado el decreto número 308 denominado “*Fomento de las Habitaciones Baratas*”,<sup>48</sup> con el

<sup>47</sup> Amelia Robert Núñez, que ha vivido desde 1932 en la población La Colmena, comenta que su padre Francisco Robert Menardais, masón, fue el primer propietario de su vivienda ubicada en Los Jazmines 579. (Dato extraído de una entrevista personal mantenida con dicha señora el año 2008)

<sup>48</sup> “1925 (Marzo). DL No. 308. Se promulgó el decreto llamado “Fomento de las Habitaciones Baratas” que creó el Consejo Superior de Bienestar Social en sustitución del Consejo de la Habitación Popular originado en la Ley 1838, con las mismas





que se contribuyó a un notorio aumento de población en Ñuñoa y otros sectores fuera del centro de Santiago, facilitando la adquisición de casas en las nuevas poblaciones. Se otorgó plazos de hasta 30 años en cuotas fijas, de modo que los últimos pagos fueron extremadamente bajos, a causa de la continua y progresiva desvalorización de la moneda que afectó a la economía durante aquella época.

Estos conjuntos habitacionales constituyen un modelo constructivo estructural muy particular que serán el objeto de esta tesis. Están conformados por viviendas de albañilería simple de ladrillo artesanal en sus muros periféricos y tabiquería de madera con relleno de adobe en el interior de las mismas; cubierta flexible con cerchas que otorgan en general grandes pendientes. Se considerará en este estudio cinco conjuntos, que se han mantenido con el uso habitacional original. Ninguno de ellos son de gran tamaño predial y su configuración de lotes y construcción de viviendas se ejecutó en una misma operación. Todos constituyen un segmento de tejido urbano reconocible, característico del modelo de la Ciudad Jardín.<sup>49</sup>

Los conjuntos habitacionales que se estudiarán son los siguientes:

1. Elías de la Cruz,
2. La Colmena,
3. Leopoldo Urrutia,
4. Crescente Errázuriz y
5. Núñez de Arce

---

atribuciones de ésta. Esta institución se encargó de establecer préstamos en condiciones preferentes de subsidio para la construcción de viviendas económicas, declaró de utilidad pública los terrenos necesarios para la edificación, higienización o ensanche de las poblaciones que se acogieran a la ley, disponiendo que la expropiación correspondiente se llevaría a cabo de acuerdo con los procedimientos fijados en la ley No 3313 de septiembre de 1917” TRAYECTORIA INSTITUCIONAL DE LA CORVI (Aguirre y Rabí, ¿2000?:9)

<sup>49</sup> Véase las fichas del apartado 2.8





**FIG. 1.32,** Emplazamiento De Conjuntos En Mapa Satelital De Ñuñoa 09 Feb. 2013. 1. Elías de la Cruz, 2. La Colmena, 3. Leopoldo Urrutia, 4. Crescente Errázuriz, 5. Núñez de Arce <sup>1</sup>

Los cinco conjuntos pertenecen a la comuna de Ñuñoa y son de fines de la década de 1920. Todos corresponden a una tipología de vivienda en ladrillo sin colaboración de hormigón armado vertical. La mayoría sólo presentan refuerzo horizontal (cadenas) en concreto armado. En general mostraron un buen comportamiento sísmico luego del terremoto de 2010 a excepción de algunas casas que modificaron vanos de ventanas en segundos pisos en el conjunto Elías de la Cruz. Las casas de dos pisos cuentan con entrepiso flexible de madera.

A continuación se mostrará plano de emplazamiento de cada conjunto con vista satelital; el detalle de cada uno de ellos se indicará en el estudio de casos (Item 2.8.)







## 1.- Elías de La Cruz

### Plano Ubicación



UBICACION CONJUNTO  
CALLES PRINCIPALES

FIG:1.33, Dibujo: Karen Gallardo.



FIG.1.34, Imagen Satelital

<http://chile.pueblosamerica.com/fotos-satelitales/chacra-valparaiso>

## 2.- La Colmena.

### Plano Ubicación



UBICACION CONJUNTO  
CALLES PRINCIPALES

FIG.1.35, Dibujo: Luis Vargas.



FIG.1.36, Imagen Satelital

<http://chile.pueblosamerica.com/fotos-satelitales/chacra-valparaiso>



### 3.- LEOPOLDO URRUTIA

#### Plano Ubicación



FIG.1.37, Dibujo: Luis Vargas.

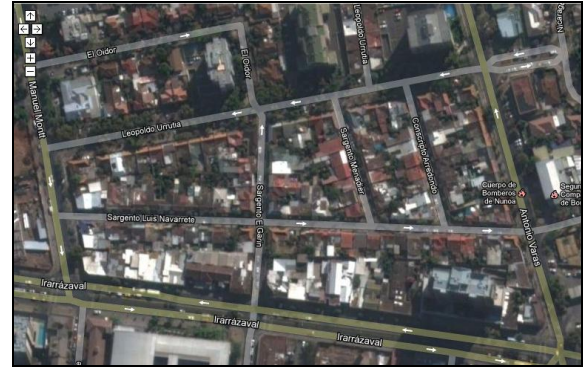


FIG.1.38, Imagen Satelital

<http://chile.pueblosamerica.com/fotos-satelitales/chacra-valparaiso>

### 4.- CRESCENTE ERRÁZURIZ

#### Plano Ubicación



FIG.1.39, Dibujo: Luis Vargas.

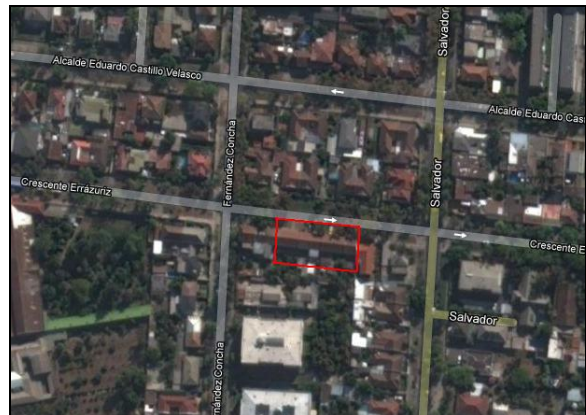


FIG.1.40, Imagen Satelital

<http://chile.pueblosamerica.com/fotos-satelitales/chacra-valparaiso>





## 5.- NÚÑEZ DE ARCE

### Plano Ubicación



- UBICACION CONJUNTO
- CALLES PRINCIPALES

FIG.1.41, Dibujo: Luis Vargas.



FIG.1.42, Imagen Satelital

<http://chile.pueblosamerica.com/fotos-satelitales/chacra-valparaiso>



### 1.2.3. La comuna de Ñuñoa en peligro: situación actual.

Ñuñoa fue una comuna con edificación en baja altura hasta la década de 1950. Planes Reguladores de esa época permitían edificios altos en vías principales, ejes de la comuna, como Irarrázaval y vías periféricas al oriente y poniente, como Américo Vespucio y Vicuña Mackenna. Sin embargo no se manifestó un interés en el cambio de altura de esas vías durante varios decenios.

La imagen de Irarrázaval fue cambiando lentamente hasta 1989 en que proliferó la construcción de edificios de aproximadamente 12 pisos. Desde los años 1990 hasta el día de hoy, fue incrementando paulatinamente el interés por la edificación superior a 12 pisos. La actual ordenanza local<sup>50</sup> permite altura libre según rasante, variando el sistema de agrupación, porcentajes de ocupación de suelo y coeficientes de constructibilidad en las tres vías mencionadas: Irarrázaval, Vespucio y Vicuña Mackenna.

El gran y antiguo eje comercial Irarrázaval ha ido cambiando su imagen, provocando reacciones de oposición en la población, especialmente en sectores de baja altura. La ordenanza aplica hasta una profundidad de 100 metros hacia el norte y el sur de la gran avenida. La erección de los edificios ha ocasionado daños en numerosas propiedades de deslinde; esto se ha acusado en el gran número de denuncias registradas en la Dirección de Obras del municipio.

Américo Vespucio, límite oriente de la comuna, mantiene un gran porcentaje de uso residencial, puesto que el Plano Regulador vigente restringe el comercio considerablemente. El incremento de edificación en altura ha sido lento, sin embargo durante la última década se ha percibido un aumento en edificaciones sin prohibiciones de altura, salvo rasante, permitidas por el Plan.

Vicuña Mackenna (antiguo camino de Cintura), límite poniente de la comuna, gran y antiguo eje comercial, ha mostrado deterioro severo en el comercio, sin embargo muestra revitalización a través de edificios de gran altura, sobre 25 pisos, libres según rasante, de uso vivienda. Las propiedades antiguas que acogieron comercio

<sup>50</sup> Ordenanza Local y Plan regulador Comunal de Ñuñoa. Aprobado por decreto N° 129 del 27 de Octubre de 1989. Texto actualizado Noviembre de 2007. Disponible en: [http://www.nunoa.cl/media/plano\\_regulador/ordenanza\\_nov2007.pdf](http://www.nunoa.cl/media/plano_regulador/ordenanza_nov2007.pdf)





20 años atrás, han sido abandonadas y no han recuperado su primitivo uso de vivienda.

Cabe agregar que los grandes ejes oriente y poniente<sup>51</sup>, han potenciado su incremento en altura en los sectores en los cuales se ha dotado circulación de tren subterráneo como medio de transporte urbano interconectado dentro de la ciudad de Santiago.

También es válido mencionar que el actual Plano Regulador mantiene baja altura, máximo 4 pisos para un sector que corresponde aproximadamente al 70% de la comuna, con uso preferente de vivienda. Es la razón por la cual Ñuñoa sigue siendo un sector que ejerce mucha atracción sobre personas que residen en otras comunas de Santiago.

En vías cercanas a los conjuntos en estudio, como por ejemplo José Domingo Cañas y Dublé Almeyda, el Plan Regulador permite vivienda en altura y oficinas comerciales. Los tamaños prediales son variables y todavía existen numerosos terrenos con edificaciones de baja densidad. La Dirección de Obras de Ñuñoa ha recibido permanentemente denuncias de vecinos del sector por ejecución de faenas de socializado de dudosa calidad. Esto se acusa en asentamientos diferenciales en casas de deslindes a las profundas excavaciones; muchas veces estos descálces no cuentan con un control riguroso y se inician faenas antes de obtener el Permiso respectivo de Edificación.

---

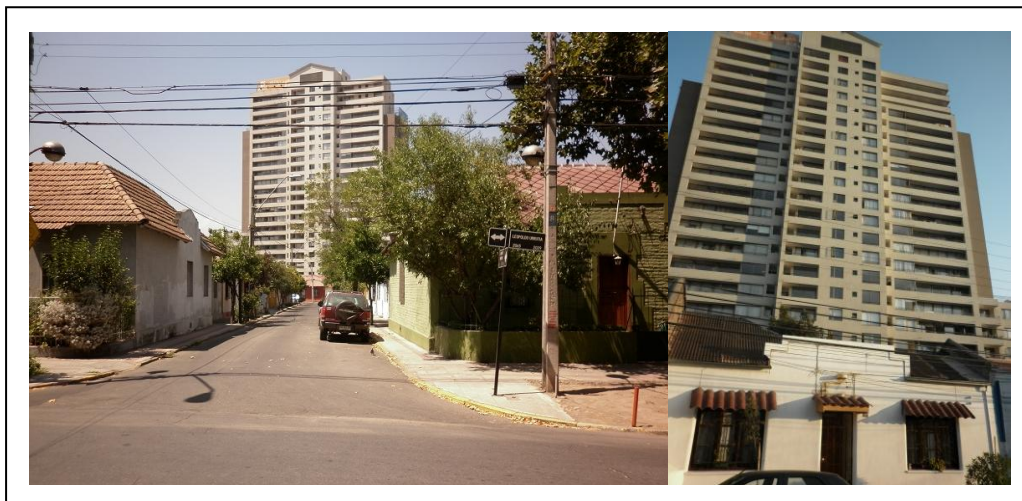
<sup>51</sup> Eje oriente: Américo Vespucio. Eje poniente: Vicuña Mackenna





### 1.2.3.1 Amenazas a la densidad.

Hay tres conjuntos vulnerables a una mayor densidad, producto de la permisión de construcciones en altura en sectores aledaños: Elías de La Cruz, Leopoldo Urrutia y Núñez de Arce.



**FIG.1.43,** Vistas de conjunto Leopoldo Urrutia. Edificios en Av. Irarrázaval amenazan a la densidad. Fotos Luis Vargas.

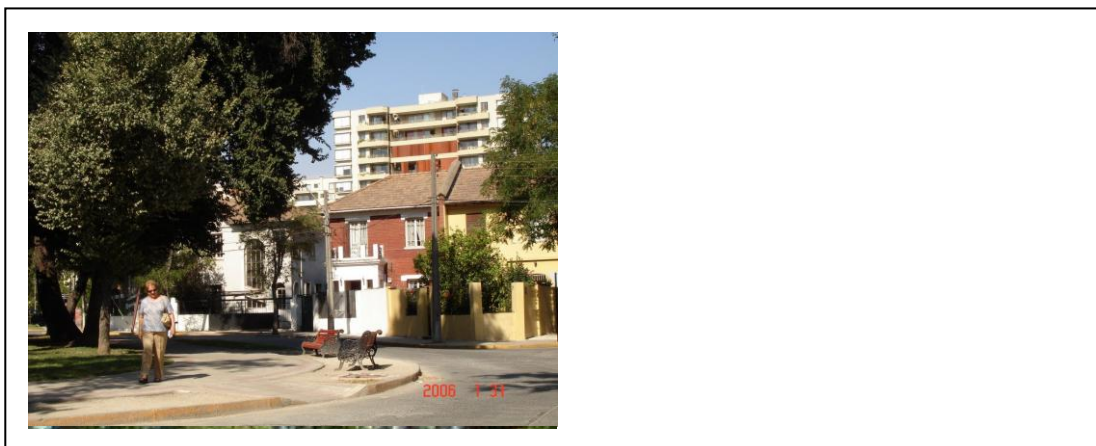


**FIG. 1.44,** Edificios de Av. Suecia e Irarrázaval amenazan a conjunto Núñez de Arce. Cableado eléctrico aéreo invade el barrio antiguo. Fotos Luis Vargas. 2011.





**FIG. 1.45,** Excesivo cableado eléctrico aéreo y edificación en altura vulneran imagen de conjunto Núñez de Arce. Fotografía Luis Vargas. 2011.



**FIG. 1.46,** Edificios de 12 pisos amenazan a Barrio Elías de la Cruz interfiriendo vistas a la cordillera y a la luna, además de aumentar densidad considerablemente. Imágenes de: [unoescalahumana.blogspot.com](http://unoescalahumana.blogspot.com)



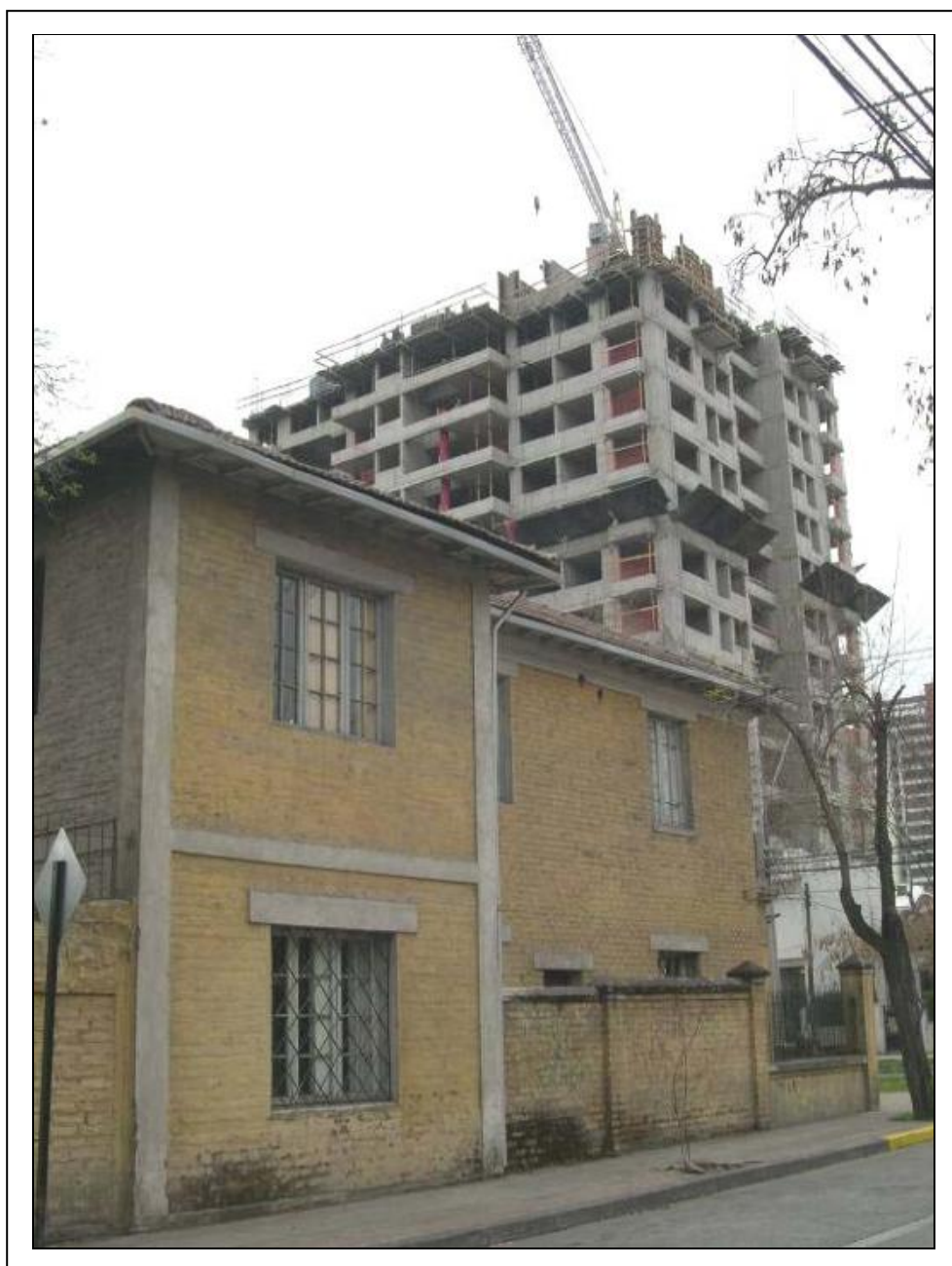




**FIG. 1.47,** Conjunto Elías de la Cruz. Vista hacia el poniente de la ciudad de Santiago. Se observa edificación en altura rodeando al conjunto [http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto\\_1133.pdf](http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_1133.pdf)







**FIG. 1.48,** Conjunto Elías de la Cruz. Ñuñoa actual. Desarmonía y contraste. El Edificio destruye la imagen del barrio; emplazado en esquina sur-oriente de Capitán Fuentes con Dublé Almeyda [http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto\\_1133.pdf](http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_1133.pdf)





Verónica Adrián, arquitecta residente del barrio Elías de la Cruz comentó en Enero de 2006, que pese a ser éste el único conjunto habitacional reconocido en el Plan Regulador a esa fecha como Zona de Conservación Histórica, está siendo vulnerado con la edificación en altura en tres de sus bordes: Calle Dublé Almeyda por el norte, Avenida José Domingo Cañas por el sur y calle Capitán Fuentes por el oriente:

*“Nuestro barrio es el único sector considerado Zona de Conservación Histórica de Ñuñoa, sin embargo paradójicamente, estamos en peligro de sufrir el “efecto isla”, a causa del brutal cambio que su morfología urbana ha sufrido durante los 2 últimos años, particularmente en sectores de mayor valor patrimonial, como es el caso de la zona que rodea nuestro barrio. En el borde oriente y sur se han edificado torres de gran altura, por el norte existen otros 2 proyectos más, contaminando visualmente el paisaje: -Ya no tenemos derecho a la cordillera, ni a la aparición de la luna por el oriente, además de perder asoleamiento por el norte y oriente - sumándose a ello el desbordante incremento de las densidades habitacionales, lo que produce alta congestión vehicular, contaminación acústica y del aire, por citar solo los impactos más visibles.”*<sup>52</sup>

### **1.2.3.2 Impacto urbano y efectos ambientales de los edificios en altura que emergen en la comuna.**

La red ciudadana por Ñuñoa es una organización de vecinos que defiende sus propiedades de las ventas inmobiliarias que paulatinamente ha ido en aumento en la comuna. Han denominado *“Cronología del Desastre”* la situación que ha vivido la última década quienes han sido víctimas de una construcción en altura en alguno de los deslindes de su propiedad. Señalan que la normativa es antigua y que las autoridades promueven el desarrollo de las edificaciones, sin controlar situaciones de riesgo alertadas en forma reiterada en la Dirección de Obras Municipales.

El impacto negativo de la edificación que irrumpe agresivamente en los habitantes, se manifiesta, según la red Ciudadana, en diversos aspectos de sus vidas (social, psicológico, ambiental, salud).

Acusan irregularidades en el uso horario de trabajo.

---

<sup>52</sup> Comentario de la arquitecta Verónica Adrián. [nunoaescalahumana.blogspot.com](http://nunoaescalahumana.blogspot.com) 30 enero 2006.





También reclaman la existencia de un grupo profesional interdisciplinario para elaborar un Nuevo Plan Regulador, en el cual concurren Geógrafos, Ingenieros Ambientales, Geólogos, Ingenieros, Sociólogos y Arquitectos con especialización en Urbanismo.<sup>53</sup>

El crecimiento acelerado de la comuna en las vías que permiten edificación en altura, conlleva un aumento en la densidad habitacional, pues la idea es construir una gran superficie en el menor espacio. Este crecimiento crea impactos positivos para quienes los requieran y también negativos en el entorno: visual, de viento, en el paisaje, disminución de asoleamiento y otros que deberán ser considerados en las políticas de desarrollo urbano (Valdés, Echechurri y Tripaldi: s/f: 1). Las transformaciones que están produciendo las torres en su entorno son violentas y propician un tipo de ciudad incompatible con los criterios de sostenibilidad.

---

<sup>53</sup> <http://rciudadanapornunoa.blogspot.com/>





## GLOSARIO

Antiurbanismo: “La tesis que mantienen, pues, todas las utopías antiurbanas se puede resumir, gráficamente, en que lo que no se puede mejorar/perfeccionar tiene que ser sustituido/transformado por algo totalmente distinto”. (GONZÁLEZ, 2002:12)

Arribista: “Persona que quiere progresar rápidamente y para conseguirlo utiliza todos los medios a su alcance, sin importarle si son éticos o no”. (Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.)

Arrobas: “Unidad de peso antigua equivalente a 11,502 kilogramos”. Diccionario Manual de la Lengua Española Vox. © 2007 Larousse Editorial, S.L.

Cacique: “A partir de la expansión colonial española en América, el término fue empleado por los conquistadores para designar a las autoridades políticas indígenas, sin atender a la diversidad de los sistemas políticos de América ni a la nomenclatura autóctona”. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Cacique>)

Camino de Cintura: límite urbano fuera del cual se prohibía la construcción de calles y viviendas, de manera de regular el crecimiento de la ciudad. Una suerte de circunvalación, que marcaría la diferencia entre la ciudad protegida respecto de la bárbara. (<http://www.museovicunamackenna.cl/>)

Ciudad jardín: “Una ciudad jardín es un centro urbano diseñado para una vida saludable y de trabajo; tendrá un tamaño que haga posible una vida social a plenitud, no debe ser muy grande, su crecimiento será controlado y habrá un límite de población. Estará rodeada por un cinturón vegetal y comunidades rurales en proporción de 3 a 1 respecto a la superficie urbanizada. El conjunto, especialmente el suelo, será de propiedad pública, o deberá ser poseído en forma asociada por la comunidad, con el fin de evitar la especulación con terrenos”. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad\\_Jardín](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_Jardín))

Coeficiente de constructibilidad: “número que multiplicado por la superficie total del predio, descontadas de esta última las áreas declaradas de utilidad pública, fija el máximo de metros cuadrados posibles de construir sobre el terreno”. (<http://www.catalogoarquitectura.cl/todomunicipal-leyes-y-ordenanzas/conceptos/>)

Comunas: “Las comunas de Chile son la división político-administrativa menor y básica del país”. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Comuna\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Comuna_de_Chile))

Corregidores: “Chile era una gobernación, cuyo territorio se dividía en las villas y los poblados (vulgarmente conocidos como corregimientos), regidos por un corregidor, que dependía del gobernador en lo militar, político y civil, y de la Real Audiencia en lo judicial, que conocía de las apelaciones contra sus sentencias. El corregidor no era un funcionario remunerado. Las provincias se dividían en distritos, regidas por un teniente de corregidor, con asiento en un curato o parroquia”. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Corregimientos\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Corregimientos_de_Chile))

Darwinismo social: “Es aquella corriente que extrapola la teoría de la evolución de Charles Darwin al campo social. En el último tercio del siglo XIX, determinados grupos intentaron justificar el imperialismo mediante el argumento de que los individuos y colectividades con mayor capacidad serían los más aptos para sobrevivir, en tanto que aquellos que carecían de esas cualidades estarían condenados a la extinción o a la supeditación”. (<http://www.claseshistoria.com/glosario/darwinismosocial.htm>)

Emplazamiento: “Ubicación de una obra que viene definida por sus lindes. También llamado solar, terreno”. (<http://www.parro.com.ar/definicion-de-emplazamiento>)

Encomienda: “La encomienda consistía en la asignación, por parte de la corona, de una determinada cantidad de aborígenes a un súbdito español, encomendero, en compensación por los servicios prestados. Tras esto, el encomendero se hacía responsable de los nativos puestos a su cargo, los evangelizaba, y percibía los beneficios obtenidos del trabajo que realizaban los nativos”. (<http://www.claseshistoria.com/america/colonial-administracion-sistemastrabajo-encomienda.html>)

Horcones: “es un madero vertical que, a modo de columna, sostiene vigas o aleros del tejado”. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Horcon>)

Hueque: “la llama o el guanaco” (<http://www.am-sur.com/am-sur/Mapuche/dicc-mapu-esp-dt/009-Letra-H.html>)

Incaica: relacionada con el imperio incaico, también llamado Tahuantisuyo, en que tahua significa cuatro, inti es sol y suyo quiere decir región, las cuatro regiones serían: al norte: Chinchasuyo, al sur: Collasuyo, al oriente: Antisuyo y al poniente: Contisuyo (<http://wikiyammil.wikispaces.com/Imperio+incaico>)

Intendencia: “La Intendencia, como unidad territorial, es un concepto político administrativo introducido por la monarquía española durante el período denominado el proceso de las Reformas Borbónicas, en el siglo XVIII. La





*Ordenanza sobre Intendencias celebra nuevas divisiones territoriales en las colonias americanas, a la cabeza de las cuales había un Intendente como representante directo del monarca en tales territorios.* (<http://www.goredelosrios.cl/gore/intendencia.html>)

*Laissez faire: “La frase laissez faire, laissez passer es una expresión francesa que significa «dejen hacer, dejen pasar», refiriéndose a una completa libertad en la economía: libre mercado, libre manufactura, bajos o nulos impuestos, libre mercado laboral y mínima intervención de los gobiernos”.* ([http://es.wikipedia.org/wiki/Laissez\\_faire](http://es.wikipedia.org/wiki/Laissez_faire))

*Lenguaraz: “Hábil en dos o más lenguas”.* ([www.alegsa.com.ar](http://www.alegsa.com.ar))

*Llamas: “La llama (Lama glama) (en aimara qwara) es un mamífero artiodáctilo doméstico de la familia Camelidae, abundante en la Puna o Altiplano de Los Andes..”* (<http://es.wikipedia.org>)

*Loteo: “Acción de dividir en parcelas un bien inmueble para su venta o locación. Generalmente, el loteo tiene que ajustarse, en cuanto a apertura de calles e instalación de servicios sanitarios, alas normas municipales preestablecidas”.* (<http://www.definicion-de.es/loteo/>)

*Merced de tierra: “La instauración de esta Institución, que ya existía en España, fue trasladada a América. El principio vigente, era que las tierras descubiertas por españoles pertenecían a la Corona. Este derecho también fue ejercido por delegación a las autoridades de Indias como Virreyes, audiencias y gobernadores. Al fundarse una ciudad, el conquistador trazaba el sitio para las futuras instituciones: plaza, cabildo e iglesia, y otorgaba cuadras y solares a las diferentes órdenes religiosas que venían con el objetivo de evangelizar y de levantar una nueva población con el compromiso de no abandonar el sitio. Para que el poblamiento se cumpliera se le otorgaba a los conquistadores mercedes de tierra y ganado para que levantaran una chacra”.* (<http://www.atlas.catamarca.gov.ar/>)

*Mestizaje: “Es el encuentro biológico y cultural de etnias diferentes, en el que éstas se mezclan, dando origen a nuevas. A la llegada de los españoles a Chile comenzó el mestizaje entre indígenas y españoles, las mujeres cautivas eran violadas y de ese acto salían mestizos”.* <http://cristhoferschulztaapia.blogspot.com/2011/05/que-fue-el-mestizaje-en-chile.html>

*Ocupación de suelo: “número que multiplicado por la superficie total del predio, descontadas de esta última las áreas declaradas de utilidad pública, fija el máximo de metros cuadrados posibles de construir en el nivel de primer piso”.* (<http://www.catalogoarquitectura.cl/todomunicipal-leyes-y-ordenanzas/conceptos/>)

*Quechuas: “Este pueblo descende del antiguo Imperio Inca y llegaron a Chile entre 1443 y 1470, durante el reinado de Tupac Yupanqui. Se sabe que tropas incas y grupos de mitimaes ocuparon el país hasta el Río Maipo y que tal vez lo explotaron hasta los ríos Itata y Bío Bío. La lengua quechua se difundió desde el sur de Colombia hasta el norte de Argentina y el centro de Chile. Sin embargo, en el país no logró imponerse como lengua, a pesar de haber estado sometido al dominio inca”.* (<http://www.icarito.cl/enciclopedia/articulo/primer-ciclo-basico/historia-geografia-y-ciencias-sociales/identidad-y-diversidad-cultural/2010/08/45-7335-9-7-pueblos-andinos.shtml>)

*Quiltros: Palabra mapuche para denominar a los perros. Actualmente se utiliza para nombrar a perros mezclados y también perros vagos.*

*Quinchas: “La Quincha (del Quechua qincha, cerco o palizada) es un sistema constructivo tradicional de Sudamérica, que consiste fundamentalmente en paramentos verticales hechos en base a marcos de madera sobre los cuales se teje un entramado de caña, que se rellena posteriormente con Barro y paja. La característica principal de este sistema es que propicia un uso de materiales de fácil acceso, una técnica sencilla, facilidad de transporte y montaje, y posee una buena adaptación para climas de alta oscilación térmica”.* (<http://www.plataformaarquitectura.cl/2014/02/05/en-detalle-revisitando-tradiciones-constructivas-al-rescate-de-la-quincha/>)

*Quínoa: “Una planta andina cultivada que ha sido mantenida desde el norte de Sudamérica (Colombia) hasta el sur de Chile y Argentina por comunidades nativas ancestrales que remontan a miles de años de tradición agrícola. Su gran diversidad de cultivares se debe a su extendida distribución geográfica. Soporta condiciones de extremo déficit hídrico, de suelos salinos en incluso en climas con heladas frecuentes”.* (<http://www.quinoa-chile.cl>)

*Rasante: “recta imaginaria que, mediante un determinado ángulo de inclinación, define la envolvente teórica dentro de la cual puede desarrollarse un proyecto de edificación”* (<http://www.asesoriasayc.cl/2012/07/rasantes-generalidades.html>)

*Romanticismo: “proviene de la palabra en inglés romantic; en Francia surgió el término roman, de igual significado. Algunos autores atribuyen el término romántico a la palabra Romanza. De carácter revolucionario, crea una ruptura con una tradición, con un orden anterior y con una jerarquía de valores culturales y sociales. Se*





*proyecta en todas las artes y constituye la esencia de la modernidad. Fue un movimiento que surgió en Alemania con una reacción al racionalismo del siglo XVIII y al neoclasicismo, en el cual el sentimiento tenía gran importancia".* (<http://www.slideshare.net/luisbetovelnu/arquitectura-en-el-romanticismo>)

Socalzado: *"socalzar: Reforzar por la parte inferior un edificio o muro que amenaza ruina".* (<http://www.significadode.org/socalzar.htm>)

Subdelegaciones: *"Según la Constitución de 1823 el territorio de la República de Chile, se subdividía en gobiernos departamentales, delegaciones, subdelegaciones, prefecturas e inspecciones (Art. 190°). Las delegaciones equivalen a los antiguos partidos. Se establecen las municipalidades en todas las delegaciones y también en las subdelegaciones que se hallare conveniente. Las municipalidades corresponden a los antiguos cabildos".* ([http://es.wikipedia.org/wiki/Delegaciones\\_de\\_Chile](http://es.wikipedia.org/wiki/Delegaciones_de_Chile))

Tambo: *"En los tiempos de los incas, los tambos eran lugares de relevo y descanso de los chasquis (mensajeros); en Perú son también pequeñas tiendas o posadas en zonas apartadas de centros poblados".* (<http://www.tambochile.cl/>)

Totora: *"(Del quechua tutura). Planta perenne, común en esteros y pantanos, cuyo tallo erguido mide entre uno y tres metros, según las especies. Tiene uso en la construcción de techos y paredes para cobertizos y ranchos".* (<http://www.significadode.org/totora.htm>)

Vivienda higiénica: *"Vivienda de debe reunir condiciones específicas para prevenir enfermedades y accidentes, condiciones para satisfacer necesidades de orden moral y mental, dando oportunidad de desarrollar una vida familiar y social satisfactoria".* (<http://www.slideshare.net/jesusarriagac/vivienda-2009>)







## 2ª PARTE: ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE ARQUITECTURA PATRIMONIAL EN ALBAÑILERÍA DE LADRILLOS EN LA COMUNA DE ÑUÑO A

### 2.1. Análisis tipológico y constructivo.

#### 2.1.1 Tipologías de vivienda económica en Ñuño a a fines del siglo XIX y principios del XX

*“... los materiales de construcción que, tanto para las viviendas de clase alta como media o baja eran fundamentalmente, en 1890, el adobe colonial y la teja, disimulados, como se veía debajo de una capa de yeso que fingía otros materiales. Ocasionalmente la fachada o el primer piso solía ser de ladrillo, pero las habitaciones interiores solo eran de tabique de pies derecho de madera y adobillo o listoneado, embarrado y estucado.” (DE RAMÓN, 1985: 79-80).*

Las casas en estudio, como se ha mencionado, obedecen a una misma época, principios del siglo XX en la comuna de Ñuño a dentro de la ciudad de Santiago de Chile, en su sector oriente. Las viviendas de los conjuntos elegidos se escogieron precisamente porque todas siguen los mismos criterios constructivos.

No obstante, se presentará un breve esbozo de las tipologías constructivas dentro de la comuna en estudio, desde fines del siglo XIX hasta mediados del XX. Lo anterior porque la década de 1950 fue la época en que Ñuño a se destacó por sus casas de estilo “moderno” muy vigente tardíamente en Chile en relación al movimiento moderno en Europa y Estados Unidos de Norte América.

Se clasificarán en relación a la forma que lo hace la norma sísmica chilena, Nch433\_96, modificada en 2009 y 2011. Esta norma, en su punto 5.4 reconoce ciertos sistemas estructurales, que serán mencionados a continuación, entendiendo que *“la transmisión de las fuerzas desde su punto de aplicación a los elementos resistentes y al suelo de fundación, debe hacerse en la forma más directa posible a través de elementos dotados de la resistencia y la rigidez adecuadas”.* (Nch433, 1996: 17)<sup>54</sup>

<sup>54</sup> La norma chilena tiene modificaciones en los años 2009 y 2011 que no afectan a este párrafo.





- Sistemas de muros y otros sistemas arriostrados.
- Sistemas de pórticos
- Sistemas mixtos o combinación de los anteriores

La misma norma en el punto 5.5 menciona modelos estructurales sobre la base de los diafragmas de piso en:

- Diafragmas rígidos, es decir con la suficiente rigidez y resistencia para permitir una buena distribución de fuerzas inerciales entre los planos o subestructuras verticales resistentes.
- Pisos o edificaciones sin diafragmas rígidos, en que los elementos resistentes verticales deberán ser calculados con las fuerzas horizontales directamente sobre ellos, de modo que el 100% de cargas horizontales actúe en planta en una dirección y el 100% también en otra dirección perpendicular a la primera.

La Corporación Chilena de la Madera (CORMA)<sup>55</sup> define como entramado *horizontal* “a la disposición de piezas estructurales de madera que se combinan en diversas posiciones formando una trama” (CORMA, 2007:179)

---

<sup>55</sup> Corporación Chilena de la Madera es una asociación gremial del sector forestal. Fundada el 15 de Abril de 1952.

Disponible en: [http://www.gestionforestal.cl:81/mg\\_03/gestion/inspri/04-03.htm](http://www.gestionforestal.cl:81/mg_03/gestion/inspri/04-03.htm)



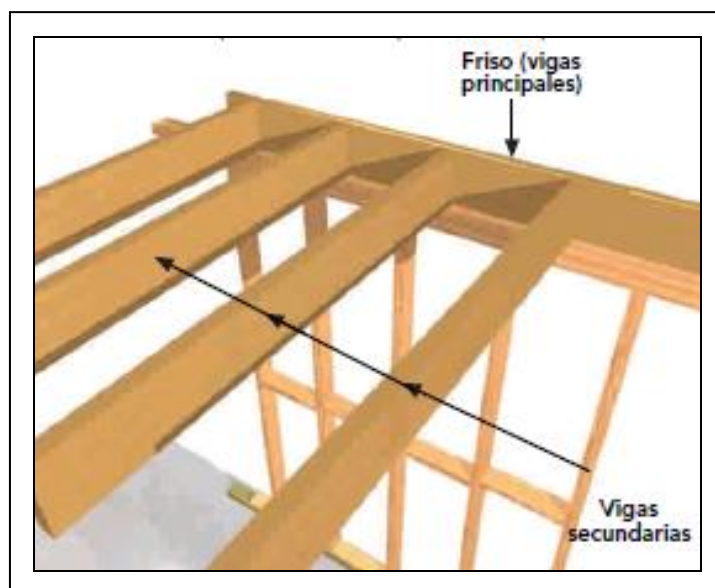


FIG. 2.1, Vigas que conforman el entramado de entrepiso. (CORMA, 2007:180)

El entramado horizontal o diafragma flexible tiene como misión estructural recibir peso propio de los materiales que lo configuran, las sobrecargas permanentes y de uso y los esfuerzos laterales provenientes de vientos o sismos.

En Chile no se utiliza el término “forjado” como en España; se emplea indistintamente “entramado horizontal”, “diafragma flexible” o “entrepiso”, expresiones con las cuales serán prioritariamente mencionados en esta tesis.

### Capacidad de transmisión de los entramados horizontales.

La CORMA señala que *“en el caso de zonas de vientos y/o sismos, la estructura soportante vertical debe estar diseñada para resistir todas las solicitaciones estáticas y esfuerzos dinámicos, incluyendo los que aporten los entramados horizontales con sus sobrecargas”*. (CORMA, 2007: 180). A nivel de cubierta, la acción de diafragma es desarrollada por la estructura de techumbre y al contar con una estructura flexible respecto a su acción horizontal, se reconoce que no cuenta con la rigidez adecuada para distribuir los esfuerzos de corte entre los elementos resistentes de la planta (RIDDELL, 2001:496).

Por otra parte la norma Nch433 señala en su punto 5.5.3 que se deberá verificar compatibilidad de deformaciones.





## **Materiales estructurales.**

Los materiales estructurales que reconoce la norma sísmica mencionada, lo hace en función de los sistemas estructurales citados (Nch433, 35:2009):

- Para el sistema estructural a base de pórticos, reconoce acero estructural y hormigón armado.
- Para el sistema estructural a base de muros, reconoce hormigón armado, albañilería armada y albañilería reforzada.
- Respecto de sistemas arriostrados, acepta acero, hormigón armado y madera.
- No reconoce otros materiales como adobe y albañilería simple de ladrillo artesanal. Sin embargo aclara que es factible utilizar otro tipo de estructuración o materiales, pero les asigna un factor de modificación de respuesta tan bajo (2) que automáticamente incide en un enorme coeficiente sísmico. En el estudio de casos realizado con programas de cálculo, a base de elementos finitos que se presentará más adelante, se considera que los muros son de albañilería armada, material reconocido por la norma, y en los resultados se observará que algunos conjuntos no requieren refuerzo metálico, mientras otros si lo requerirían.





### 2.1.1.1 Sistemas arriostrados.

Escasos vestigios de este sistema quedan en la comuna de Ñuñoa.<sup>56</sup> Se destacará una vivienda de fines del siglo XIX, completamente estructurada en madera. Hace dos años funciona como restaurante de nombre “Casa Victoriana”. Ha sido un gran acierto este nuevo uso, ya que la casa permaneció como ocho años prácticamente abandonada. Se ubica en calle Capitán Fuentes 33, a pasos de Av. Irarrázaval.



FIG. 2.2, Sistema arriostrado (tabiques de madera). Capitán Fuentes 33. Imagen propia

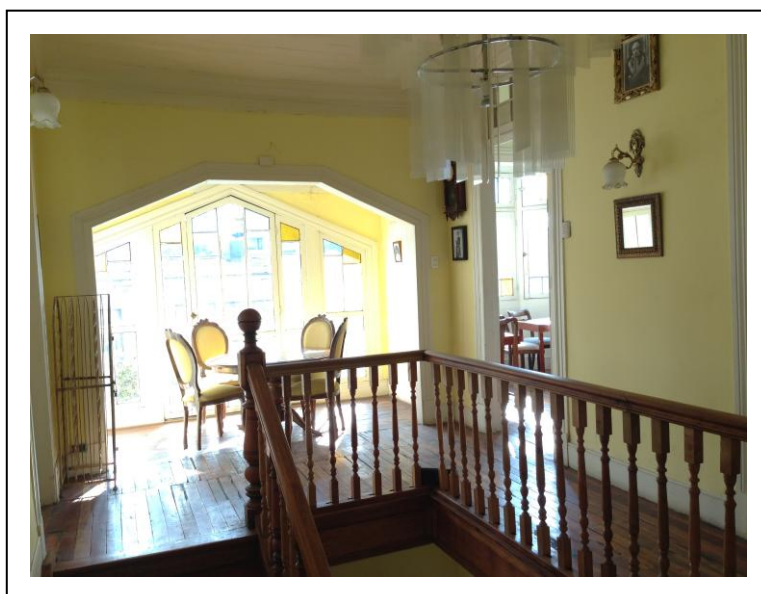


FIG. 2.3, Tabiques de madera interiores. Capitán Fuentes 33. Imagen propia

<sup>56</sup> Este modelo consta de tabiques para absolutamente todos sus muros, a diferencia de otros que poseen tabiques solo al interior.





## Techumbre.

Cubierta metálica apoyada sobre cerchas y tijerales de madera <sup>57</sup>, distribuidos con el objeto de descargar esfuerzos en todos los tabiques, de modo que el compromiso sísmico, lo llevarán los tabiques verticales.

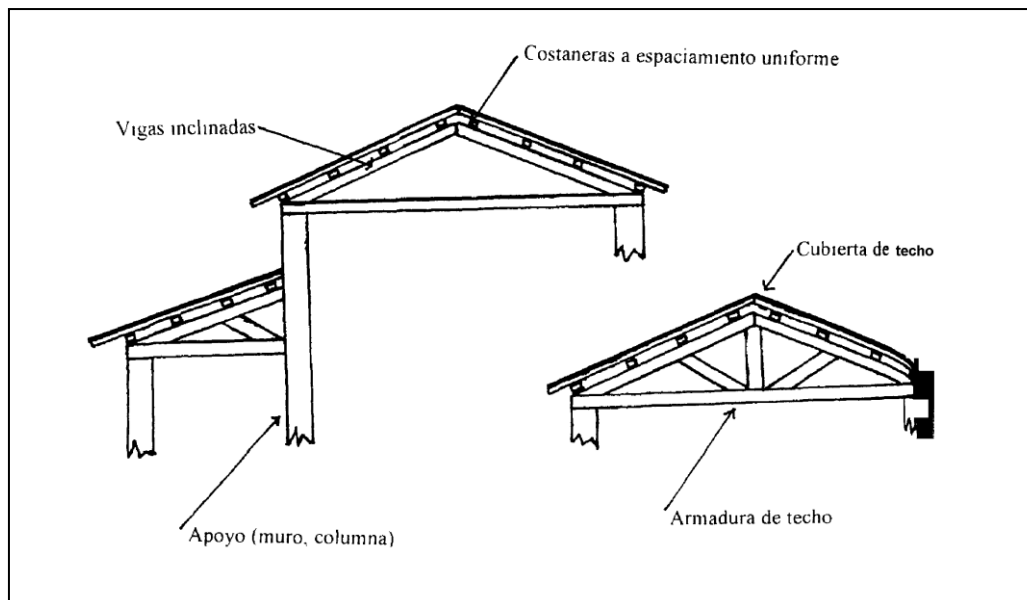


FIG. 2.4, Estructuras de techumbre en casas de madera. (ALVAREZ, 1996:208)

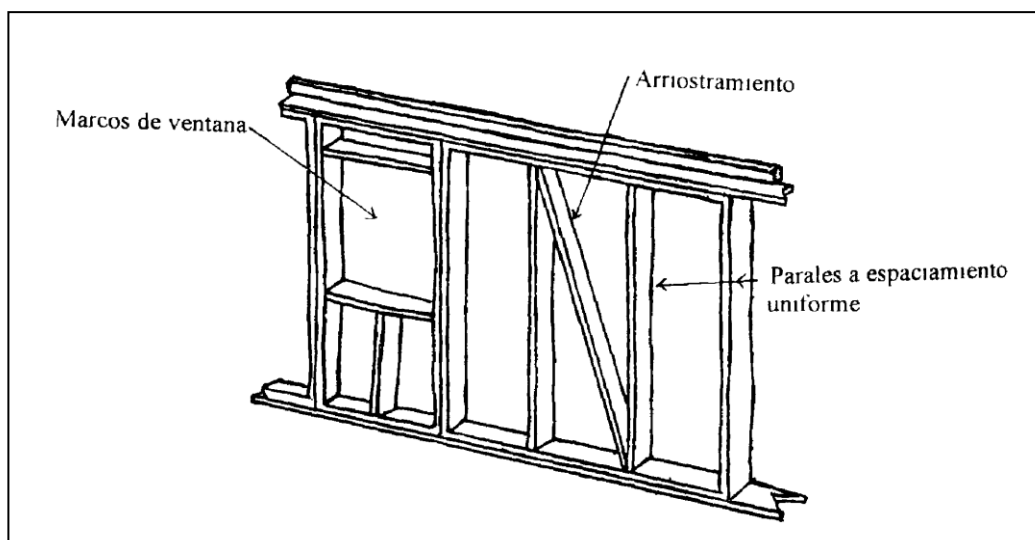
## Resistencia y rigidez vertical

Todos los muros de esta tipología están constituidos por tabiques, conformados por pies derechos en roble de 6" x 6" (parales), diagonales de arriostramiento y soleras de madera de 6" en el espesor del tabique. Llevan adobe de relleno en su interior.

<sup>57</sup> Cercha o armadura de techo es una estructura plana totalmente triangulada, de modo que si las cargas de cubierta se transmiten a sus nudos, la estructura trabajará solamente con barras en tracción o compresión (esfuerzo axial); en cambio tijeral tiene partes trianguladas y otras con barras sueltas como vigas, por lo tanto afectas a flexión y corte.







**FIG. 2.5,** Esquema de un tabique estructural de madera. ALVAREZ A., Raúl Alonso. "Daños por sismo en estructuras. Guía para evaluación". Documento 13077. Capítulo 10. Estructuras de madera. Universidad Autónoma de Nicaragua- León.1996. Disponible en: <http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf2/2005/abril-mayo/parte1/pdf/spa/doc13077/doc13077-g.pdf>

### Modelo estructural según diafragma.

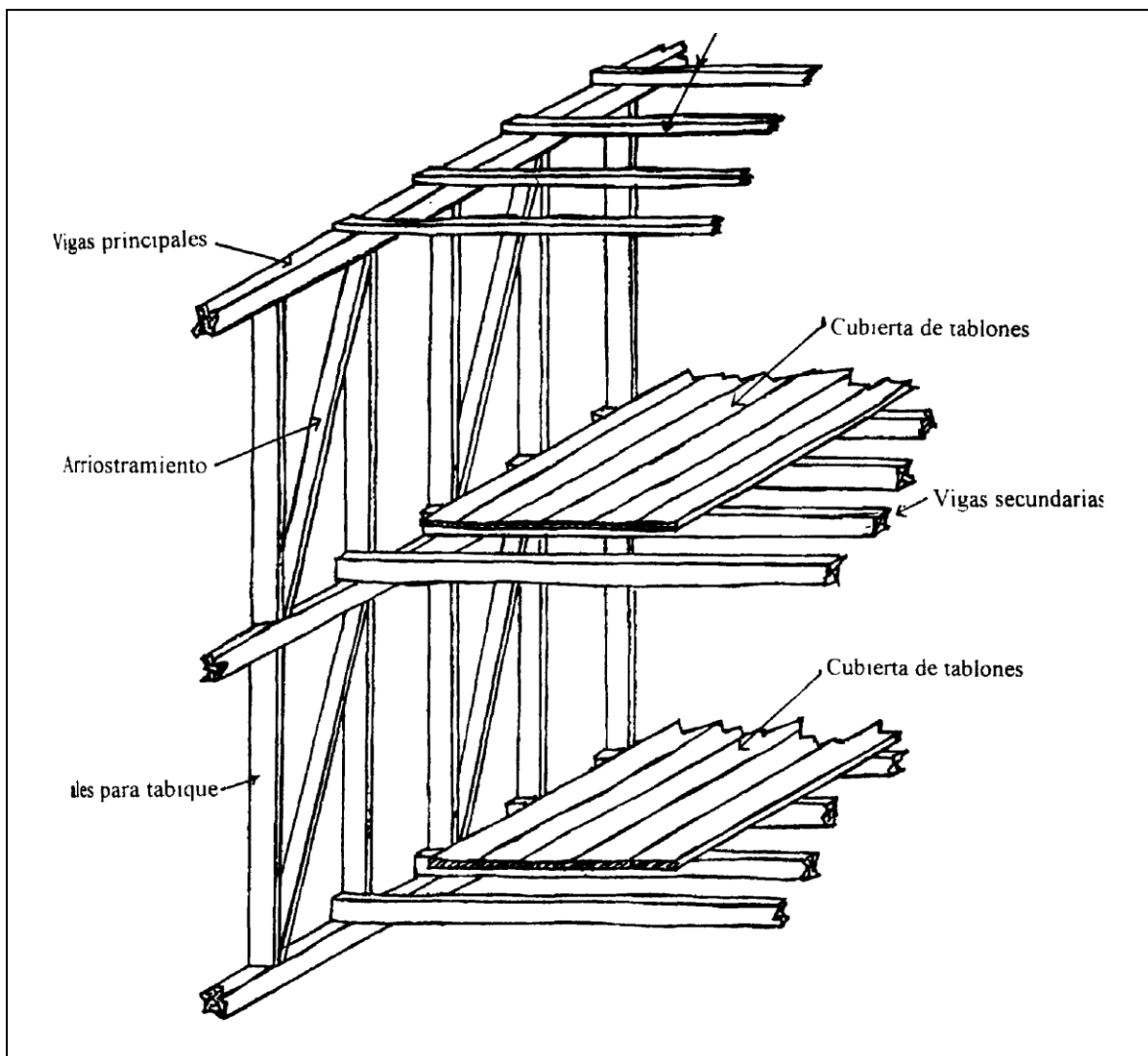
Sin diafragma rígido. Cuenta con entramado horizontal de suelo, de entrepiso y bajo cubierta.

Independiente al sistema que soporta a la cubierta, existe un envigado de cielo de segundo nivel, entablado superior e inferiormente, también descansando sobre tabiques.

Los entrepisos son iguales tanto para nivel sobre tierra como superiores y constan de vigas principales apoyadas sobre tabiques, que reciben vigas secundarias, las cuales soportan entablado. Cabe señalar que entre los pisos y bajo cubierta, existe un entablado superior y otro inferior, ambos sujetos a las vigas secundarias. Cuando los entablados son visibles, van machihembrados entre tablas paralelas y de tope cuando no se ven. Estos entrepisos actúan como diafragmas,<sup>58</sup> transmitiendo las fuerzas horizontales a los tabiques verticales resistentes a sismos.

<sup>58</sup> En Chile se desprecia la rigidez de los entrepisos cuando son flexibles. Si es importante una buena conexión con los elementos resistentes verticales que recibirán sismo.





**FIG. 2.6,** Sistema de entpiso que transmite esfuerzos horizontales a tabiques verticales, para que éstos soporten sismos.  
(ALVAREZ, 1996:207) Disponible en:  
<http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf2/2005/abril-mayo/parte1/pdf/spa/doc13077/doc13077-g.pdf>

## Cimientos.

Sin información



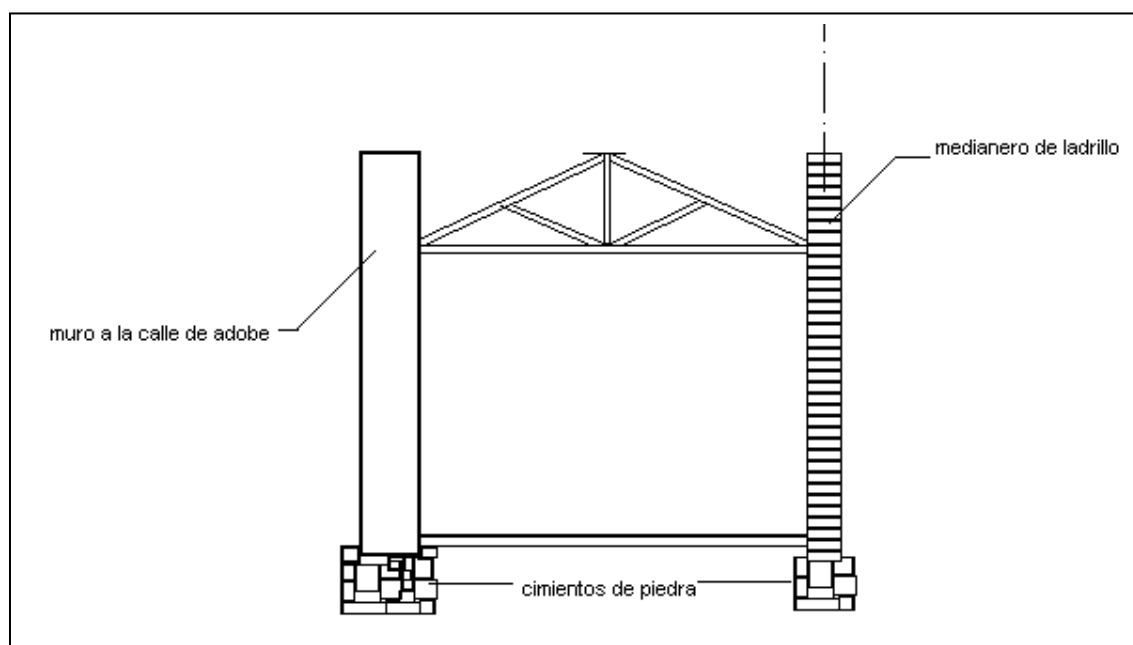


### 2.1.1.2 Sistemas a base de muros.

Tenemos muros de diversas materialidades. La mayoría de los sistemas que se considerarán en este estudio, cuentan con una estructuración diferente para muros perimetrales, respecto de los interiores.

#### 2.1.1.2.1 Casas con muros de adobe en perímetro, muros medianeros en ladrillo y tabiques de madera interiores.

Quedan pocos vestigios de esta tipología. En calle Hernán Cortés y alrededores; entre Ricardo Lyon y Holanda, también en avenida Italia, en Barrio Italia, San Eugenio, Rengo, Caupolicán y Coventry.

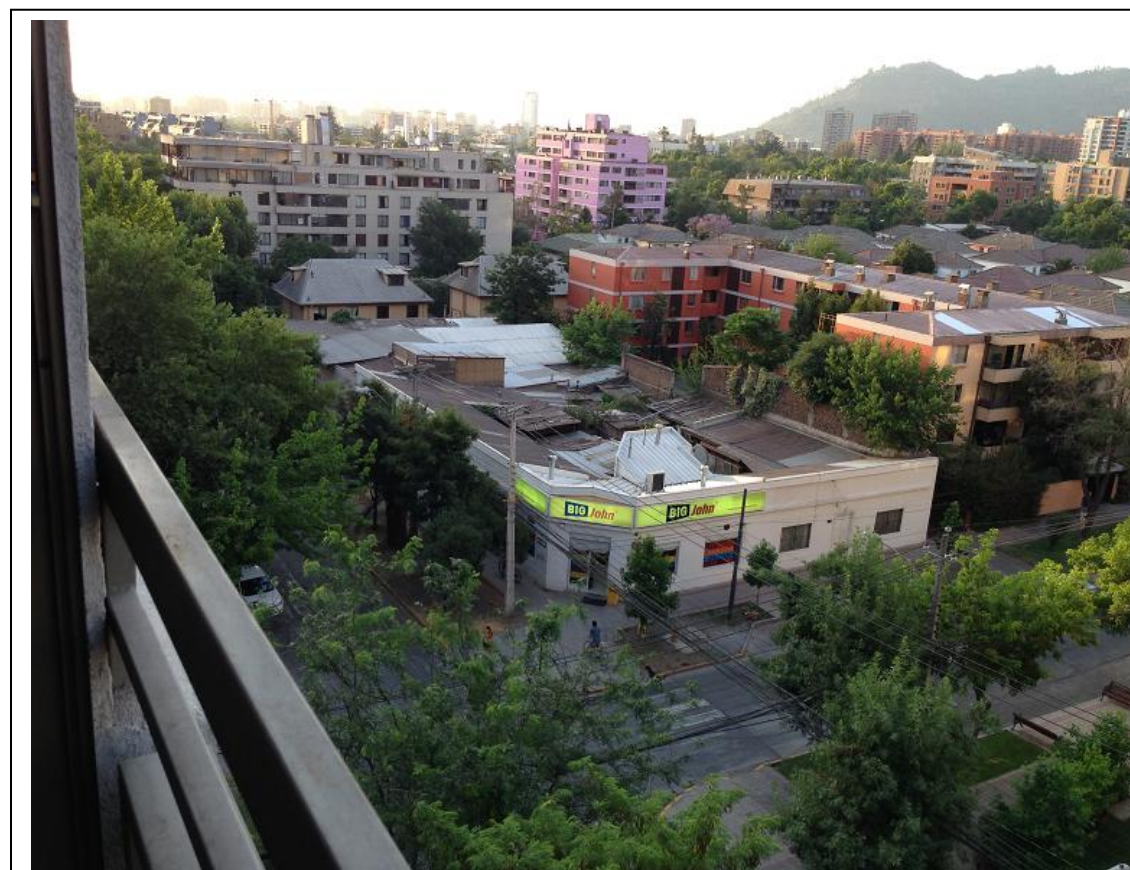


**FIG. 2.7,** Muro entre medianeros de ladrillo. Muros exteriores de adobe macizo. Imagen propia





**FIG. 2.8,** Muros perimetrales en adobe macizo. Av. Suecia esquina sur oriente de Hernán Cortés. Imagen: Leticia Benforado.



**FIG. 2.9,** Muros perimetrales en adobe macizo. Av. Ricardo Lyon esquina norte poniente de Hernán Cortés. Imagen: Leticia Benforado.





## **Techumbre.**

Cubierta metálica apoyada sobre cerchas de madera de roble de generosas dimensiones, distribuidas de modo de descargar esfuerzos en todos los muros y tabiques, de tal forma que el compromiso sísmico lo llevan los elementos verticales.

## **Resistencia y rigidez vertical.**

Los muros perimetrales, excepto aquéllos medianeros, son en adobe macizo. Dinteles de madera cubren vanos de puertas y ventanas, sosteniendo adobes superiores. Los paramentos divisorios entre propiedades o medianeros<sup>59</sup> son en ladrillo de albañilería simple. Esta tipología es de alrededor de 1900 y algunas casas incluso de 1860. Los muros interiores están constituidos por tabiques, conformados por pies derechos en roble de 6" x 6" diagonales de arriostramiento y soleras de madera de 6" en el espesor del tabique. Llevan adobe de relleno en su interior.

## **Modelo estructural según diafragma.**

Sin diafragma rígido. Cuentan con entramado horizontal de suelo y bajo cubierta. Independiente de la techumbre existe un sistema de vigas principales y secundarias apoyadas en muros y tabiques. A las vigas secundarias se afianzan dos tipos de entablado: superior e inferior; cuando los entablados son visibles, van machihembrados entre tablas paralelas y van de tope cuando no están a la vista. Los entramados horizontales transmiten sus esfuerzos a los muros y tabiques verticales resistentes a sismos.

## **Cimientos.**

Cimiento o fundación corrida en piedra

<sup>59</sup> También llamados muros cortafuego. Están reglamentados en la OGUC desde su inicio, por los frecuentes incendios que se propagaban fácilmente entre propiedades vecinas. Hasta el día de hoy existen incendios que acaban con varias propiedades en comunas sin inspecciones municipales.





### **2.1.1.2.2. Casas con muros perimetrales y medianeros en ladrillo sin cadena de refuerzo y tabiques de madera interiores**

#### **a) Con zócalo de ladrillo y dinteles en madera**

##### **Techumbre.**

Cubierta de tejas de arcilla afianzadas mediante costaneras a cerchas y tijerales, distribuidos con el objeto de descargar esfuerzos en todos los muros y tabiques, de modo que el compromiso sísmico, lo llevan los elementos verticales. Envigados (canes) conectados a entramado horizontal de cielo salen en voladizo hacia la calle para generar alero.

##### **Resistencia y rigidez vertical.**

Los muros perimetrales y medianeros son en ladrillo artesanal, constituyendo albañilería simple, con cadena de hormigón armado. Las casas de dos pisos llevan cadena de refuerzo solamente en segundo nivel.

Esta tipología es de alrededor de 1928. Los muros interiores están constituidos por tabiques, conformados por pies derechos en roble de 6" x 6", diagonales de arriostramiento y soleras de madera de 6" en el espesor del tabique. Llevan adobe de relleno en su interior.

##### **Modelo estructural según diafragma.**

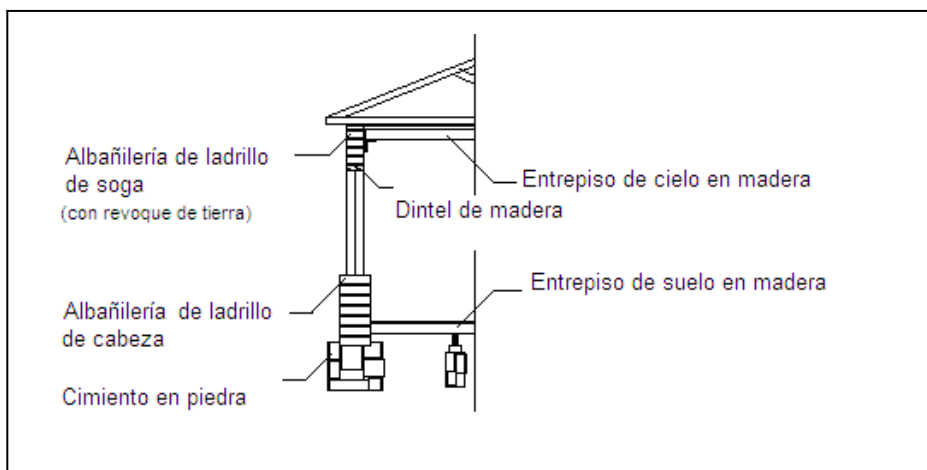
Sin diafragma rígido. Cuentan con entramado horizontal de suelo, de entrepisos y bajo cubierta, cuando presentan dos niveles. El mismo modelo se encuentra en un solo piso. Independiente de la techumbre existe un sistema de vigas principales y secundarias apoyadas en muros y tabiques. A las vigas secundarias se afianzan dos tipos de entablado: superior e inferior; cuando los entablados son visibles, van machihembrados entre tablas paralelas y van de tope cuando no están a la vista. Los entramados horizontales transmiten sus esfuerzos a los muros y tabiques verticales resistentes a sismos.







**FIG. 2.10** Fachada en ladrillo con revoque de tierra. Zócalo con ladrillo de cabeza. Monseñor Eyzaguirre 35, a pasos de Irrázaval. Agosto 2013. Imagen propia.



**FIG. 2.11** Esquema de muros perimetrales de ladrillo, sin cadena de hormigón armado, dinteles de madera y entrepisos flexibles.





## b) Con dinteles de ladrillo estucados y decorados

A esta tipología corresponde el conjunto Crescente Errázuriz; año de construcción 1928. Los aparejos van dispuestos de cabeza en todo el perímetro. Presentan fachada a la calle, entre muros cortafuegos cada dos viviendas. Más antecedentes de esta tipología se explicarán en el estudio de casos más adelante.



**FIG. 2.12,** Conjunto Crescente Errázuriz. Fachada con ladrillo artesanal a la vista, sin cadena de refuerzo en hormigón armado en ninguno de sus niveles. Crescente Errázuriz 929. Imagen de Luis Vargas.





### **Techumbre.**

Cubierta de tejas de arcilla apoyadas sobre cerchas y tijerales, distribuidos con el objeto de descargar esfuerzos en todos los muros y tabiques, de modo que el compromiso sísmico, lo llevan los elementos verticales. Envigados (canes) salen en voladizo hacia la calle para generar alero.

### **Resistencia y rigidez vertical.**

Los muros perimetrales y medianeros son en ladrillo artesanal, constituyendo albañilería simple, sin cadena de hormigón armado. Los muros interiores están constituidos por tabiques, conformados por pies derechos en roble de 6" x 6" (parales), diagonales de arriostramiento y soleras de madera de 6" en el espesor del tabique. Llevan adobe de relleno en su interior.

### **Modelo estructural según diafragma.**

Sin diafragma rígido. Cuentan con entramado horizontal de suelo y bajo cubierta. Independiente de la techumbre existe un sistema de vigas principales y secundarias apoyadas en muros y tabiques. A las vigas secundarias se afianzan dos tipos de entablado: superior e inferior; cuando los entablados son visibles, van machihembrados entre tablas paralelas y van de tope cuando no están a la vista (entretecho). Los entramados horizontales transmiten sus esfuerzos a los muros y tabiques verticales resistentes a sismos.

### **Cimiento.**

Aquellas edificaciones anteriores a 1928 eran fundadas en piedra; en cambio a partir de 1928 empezaron a fundarse sobre hormigón en cimiento corrido.





### **2.1.1.2.3 Casas con muros perimetrales y medianeros en ladrillo con cadena de hormigón armado de refuerzo y tabiques de madera interiores**

A esta tipología corresponden cuatro de los conjuntos estudiados en la presente tesis.<sup>60</sup> Por lo tanto un mayor detalle de los mismos, así como de las viviendas, se encuentra en el estudio de casos.

#### **Techumbre.**

Cubierta de tejas de arcilla afianzadas mediante costaneras a cerchas y tijerales, distribuidos con el objeto de descargar esfuerzos en todos los muros y tabiques, de modo que el compromiso sísmico, lo llevan los elementos verticales. Envigados (canes) conectados a entramado horizontal de cielo salen en voladizo hacia la calle para generar alero.

#### **Resistencia y rigidez vertical.**

Los muros perimetrales y medianeros son en ladrillo artesanal, constituyendo albañilería simple, con cadena de hormigón armado. Las casas de dos pisos llevan cadena de refuerzo solamente en segundo nivel.

Esta tipología es de alrededor de 1928. Los muros interiores están constituidos por tabiques, conformados por pies derechos en roble de 6" x 6", diagonales de arriostramiento y soleras de madera de 6" en el espesor del tabique. Llevan adobe de relleno en su interior.

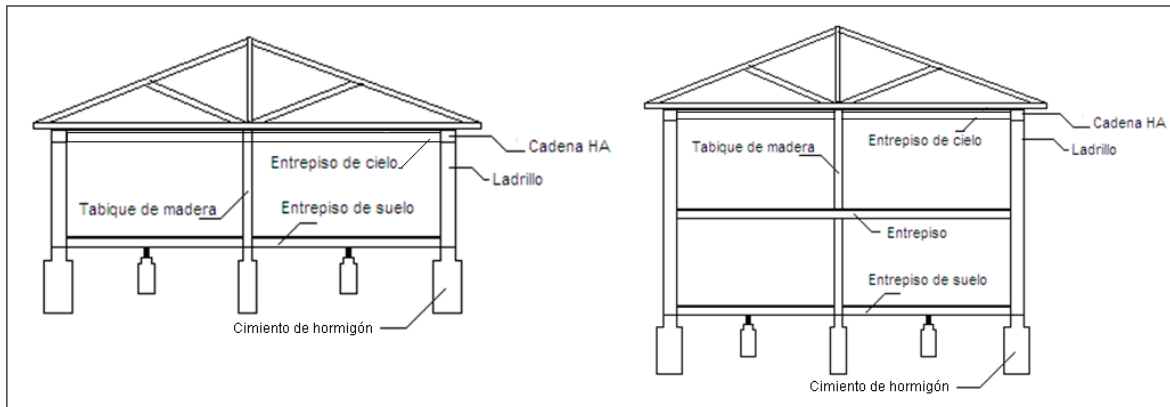
#### **Modelo estructural según diafragma.**

Sin diafragma rígido. Cuentan con entramado horizontal de suelo, de entresijos y bajo cubierta, cuando presentan dos niveles. El mismo modelo se encuentra en un solo piso. Independiente de la techumbre existe un sistema de vigas principales y secundarias apoyadas en muros y tabiques. A las vigas secundarias se afianzan dos tipos de entablado: superior e inferior; cuando los entablados son visibles, van machihembrados entre tablas paralelas y van de tope cuando no están a la vista. Los entramados horizontales transmiten sus esfuerzos a los muros y tabiques verticales resistentes a sismos.

---

<sup>60</sup> El único conjunto que no cuenta con cadena de refuerzo a ninguna altura es Crescente Errázuriz





**FIG. 2.13, Muros Perimetrales en ladrillo con cadena de hormigón armado solamente en nivel de cubierta. Basados en planos existentes en Dirección de Obras de Ñuñoa, en conjunto La Colmena. Fuente propia.**

## Cimiento.

Cimiento o fundación corrida en hormigón.



**FIG. 2.14, Casas con muros perimetrales y medianeros en albañilería de ladrillo con cadena de hormigón de refuerzo y tabiques de madera interiores. Conjunto La Colmena. Fotografías: Luis Vargas**







**FIG. 2.15,** Casa en demolición. Se aprecia entresijos flexibles a base de envigados de madera de roble en cielo de segundo nivel y entresijo (entre primero y segundo). Los del nivel superior son de 2" x 4", mientras los inferiores son de 2" x 8"; ambos envigados van distanciados a 30 cm y apoyados sobre cadenas de hormigón armado. En nivel superior se observa restos de tabiquería de madera. Avenida Santa Isabel 1345. Comuna de Providencia, sector cercano a deslinde con Ñuñoa. Fotografía: Leticia Benforado. Septiembre 2013.

#### **2.1.1.2.4. Casas con muros exteriores e interiores en albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales en hormigón armado con entresijos flexibles.**

En ñuñoa se puede apreciar a partir de 1939 casas de estilo moderno, inspiradas en la arquitectura de Le Corbusier. Se destacan por conformar un juego de volúmenes muy simples. La mayoría esconde su cubierta.

#### **Techumbre**

Cubierta metálica apoyada sobre cerchas y tijerales, distribuidos con el objeto de descargar esfuerzos en todos los muros, de modo que el compromiso sísmico, lo llevan los elementos verticales. Los muros exteriores ocultan la cubierta, aún cuando ésta lleva pendiente.







### Resistencia y rigidez vertical.

Todos los muros son de albañilería reforzada con pilares y cadenas de hormigón armado. Los refuerzos horizontales de hormigón armado van en todos los niveles sobre vanos de puertas y ventanas. Los dinteles de ventanas y puertas son de hormigón armado. Estos muros presentan resistencia a esfuerzos sísmicos en el sentido de sus planos y perpendicular a ellos.



**FIG. 2.16,** Casa en calle Los Pescadores 2180. Arquitecto Viterbo Castro Martel, 1939. Muros exteriores e interiores en albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales en hormigón armado con entrepisos flexibles. Fotografía: María Elena Núñez, Julio, 2013.





### Modelo estructural según diafragma.

Sin diafragma rígido. Cuentan con entramado de madera horizontal de suelo, de entrepisos y bajo cubierta, cuando presentan dos niveles. Independiente de la techumbre existe un sistema de vigas principales y secundarias apoyadas en muros. Los cielos de primer y segundo nivel llevan revoque de yeso sobre una malla metálica sujeta a estructura reticular de madera, unida a entramados respectivos. Los pavimentos de pisos de primer y segundo nivel son entablados de pequeña talla que forman parquets de madera machihembrados.

### Cimiento.

Cimiento o fundación corrida en hormigón armado.

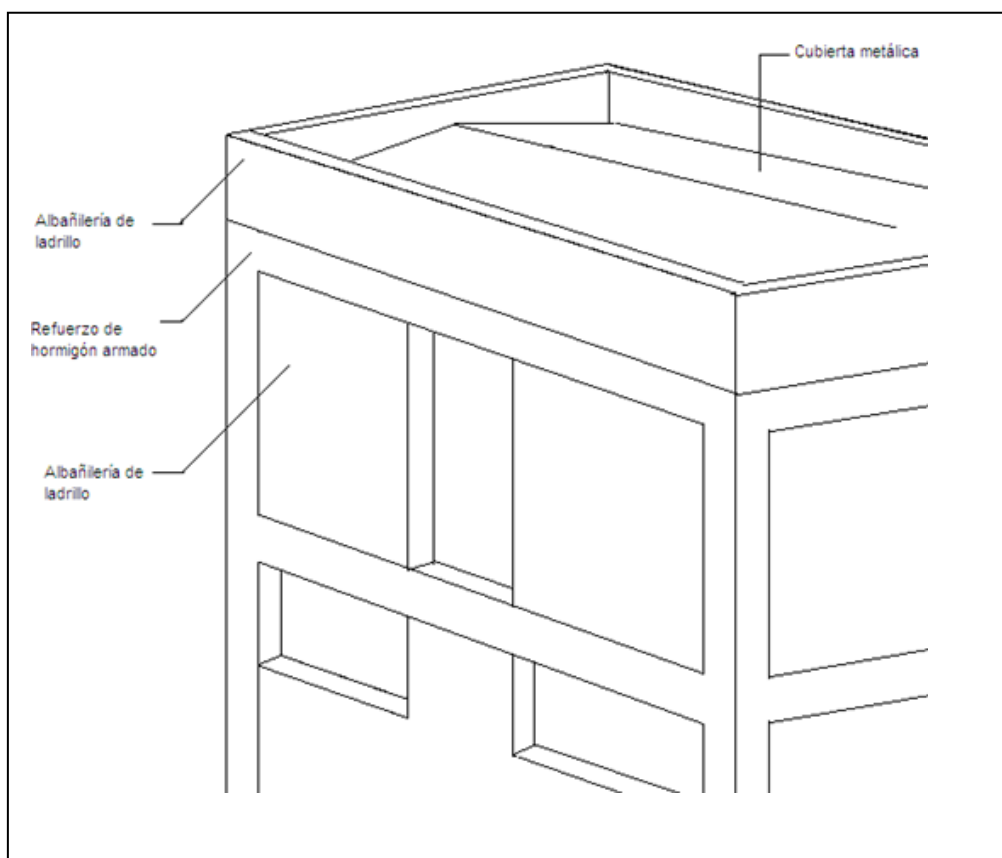


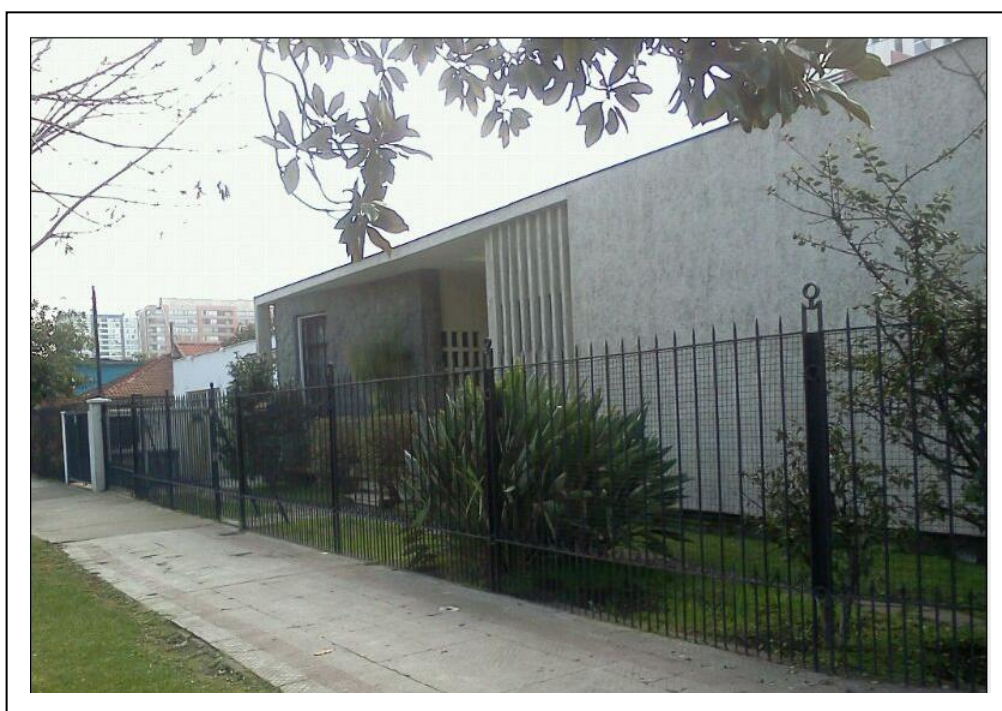
FIG. 2.17, Albañilería de ladrillos con refuerzo de hormigón armado y entresijos flexibles. Fuente propia





### 2.1.1.2.5. Casas con muros exteriores e interiores en albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales en hormigón armado con entrepisos rígidos de hormigón armado

A partir del año 1940 hay una modificación en el modelo constructivo, respecto del anterior: el entrepiso rígido de hormigón armado. Este modelo en Ñuñoa se construyó hasta la década de 1960, época en que aparecieron los grandes conjuntos de edificios de mayor altura, también producto del modernismo tardío. (Villa Frei y villa Olímpica, de 2, 4, 5 y 20 pisos).



**FIG. 2.18,** Casa moderna de albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales de hormigón armado, con entrepiso rígido de hormigón armado. Calle Eduardo Castillo Velasco 2036. Fotografía: Leticia Benforado. Julio 2013.







**FIG. 2.19,** Casa moderna de albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales de hormigón armado, con entrepiso rígido de hormigón armado. Calle Sucre 1505. Arquitecto: Enrique Gebhard, 1940. Fotografía: Leticia Benforado. Julio 2013.



**FIG. 2.20,** Casa moderna de albañilería de ladrillo con refuerzos verticales y horizontales de hormigón armado, con entrepiso rígido de hormigón armado. Losa de hormigón sobre primer nivel. Calle Brown Norte 382. Arquitecto Carlos Bresciani, 1946.

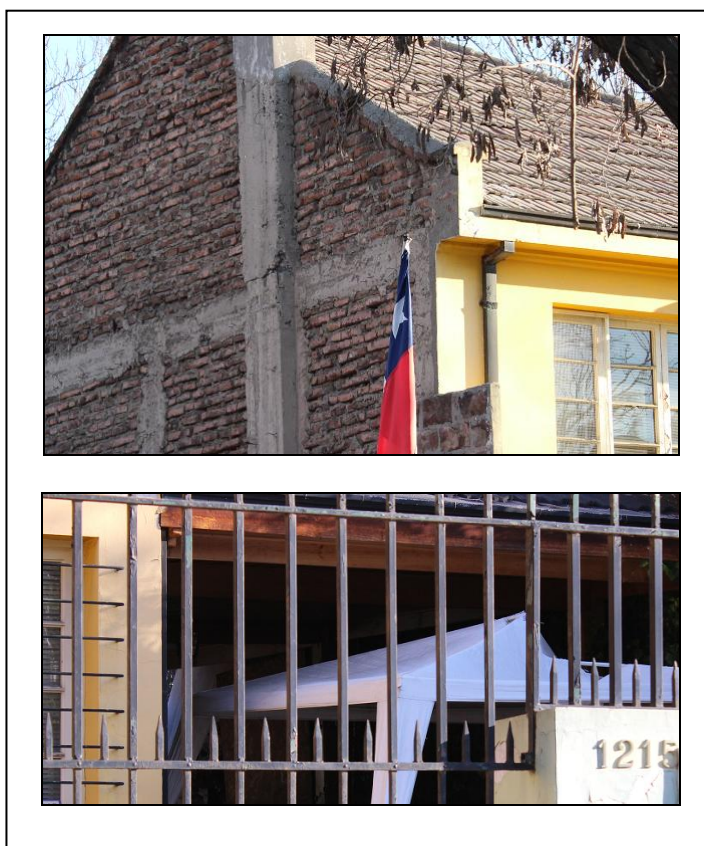
Fuente: Catalán.





## Techumbre.

Originalmente, la mayoría de estas casas fueron diseñadas con losa de hormigón armado a nivel de cubierta, con terrazas de modo que fueran recorribles. La escasa mantención de las impermeabilizaciones que requerían estas cubiertas, que debían resistir aguas lluvias en invierno, hicieron que muchas fueran transformadas.



**FIG. 2.21**, Casa con refuerzos verticales y horizontales de hormigón armado y entrepisos rígidos de cielo segundo nivel y sobre primer nivel, también en hormigón armado. Data aproximada 1950. Ya no era tan atractivo construir losas planas de cubierta, pues trajeron consigo problemas de filtraciones de aguas lluvias, especialmente si no se hacía un mantenimiento apropiado. Clemente Fabres 1215. Comuna de Providencia, sector cercano a deslinde con Ñuñoa. Fotografía: Leticia Benforado. 18 de Septiembre 2013.





### **Resistencia y rigidez vertical.**

Todos los muros son de albañilería reforzada con pilares y cadenas de hormigón armado. Los refuerzos horizontales de hormigón armado van en todos los niveles sobre vanos de puertas y ventanas. Los dinteles de ventanas y puertas son de hormigón armado. Estos muros presentan resistencia a esfuerzos sísmicos en el sentido de sus planos y perpendicular a ellos. Debido a sus entrepisos rígidos, la estructura está afecta a torsión en planta. Esta torsión es absorbida por muros de rigideces proporcionales en dos sentidos perpendiculares entre sí.

### **Modelo estructural según diafragma.**

Los entrepisos son rígidos: losas de hormigón armado con rigidez suficiente para transmitir sismo a todos los muros estructurales conectados a ellas. Sobre el terreno va radier de hormigón armado y si se levantan del nivel de terreno, incluyen otra losa. Presentan cielos revocados en yeso directo sobre las losas. Los pavimentos de pisos son entablados de pequeña talla que forman Parquets de madera machihembrados sobre las losas de hormigón armado.

### **Cimiento.**

Cimiento o fundación corrida en hormigón armado.







## 2.2. ANÁLISIS ESTRUCTURAL DE TECHUMBRE EN LOS CONJUNTOS EN ESTUDIO

No es la intención de esta tesis entrar en cálculo detallado de estructuras, pues existe bastante literatura sobre el tema. Sin embargo, se indicará el proceso adoptado para ello.

Primeramente es importante identificar y analizar las cargas de cubierta, considerando las permanentes y las accidentales. Las cubiertas estudiadas son similares entre sí en todos los conjuntos; son de madera de roble. Se encuentran combinadas cerchas con tijerales, ambos como elementos que ayudan a consolidar diversas formas dentro de la estructuración de cubierta.

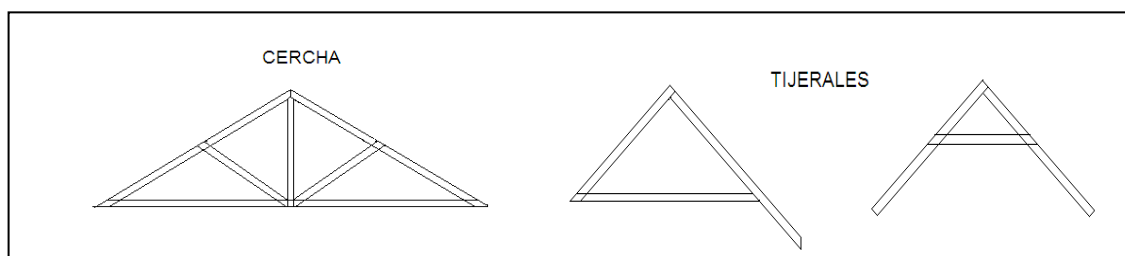


FIG. 2.22, Diferencias entre tijeral y cercha. Esquema de la autora.<sup>61</sup>

### Solicitaciones

Se considera las cargas actuando independientemente en cada pieza estructural, bajo el principio del equilibrio estático, de modo que los elementos solicitados sean capaces de soportar esfuerzos y entregarlos a otros dispositivos, que en algunos casos serán mecanismos conectores, de gran importancia para la transmisión de esfuerzos, de modo que el flujo de cargas sea efectivo hasta llegar a los muros estructurales. La tensión de trabajo de la madera, se ha verificado según la demanda de esfuerzos y ha estado dentro de los rangos permitidos, especialmente porque son piezas de grandes secciones y por la nobleza de los materiales (roble especialmente). Además se ha verificado descensos de barras sometidas a flexión, por flecha máxima confirmando dichos descensos dentro de los rangos permitidos (del orden de  $(1 * L) / 300$ ).

<sup>61</sup> Cercha es un elemento totalmente triangulado, de manera que si las acciones y vínculos se ejecutan en los nudos, todas las barras quedan trabajando exclusivamente a esfuerzos axiales de compresión o tracción. en cambio el tijeral deja piezas en flexión y corte.





### **Conectores metálicos.**

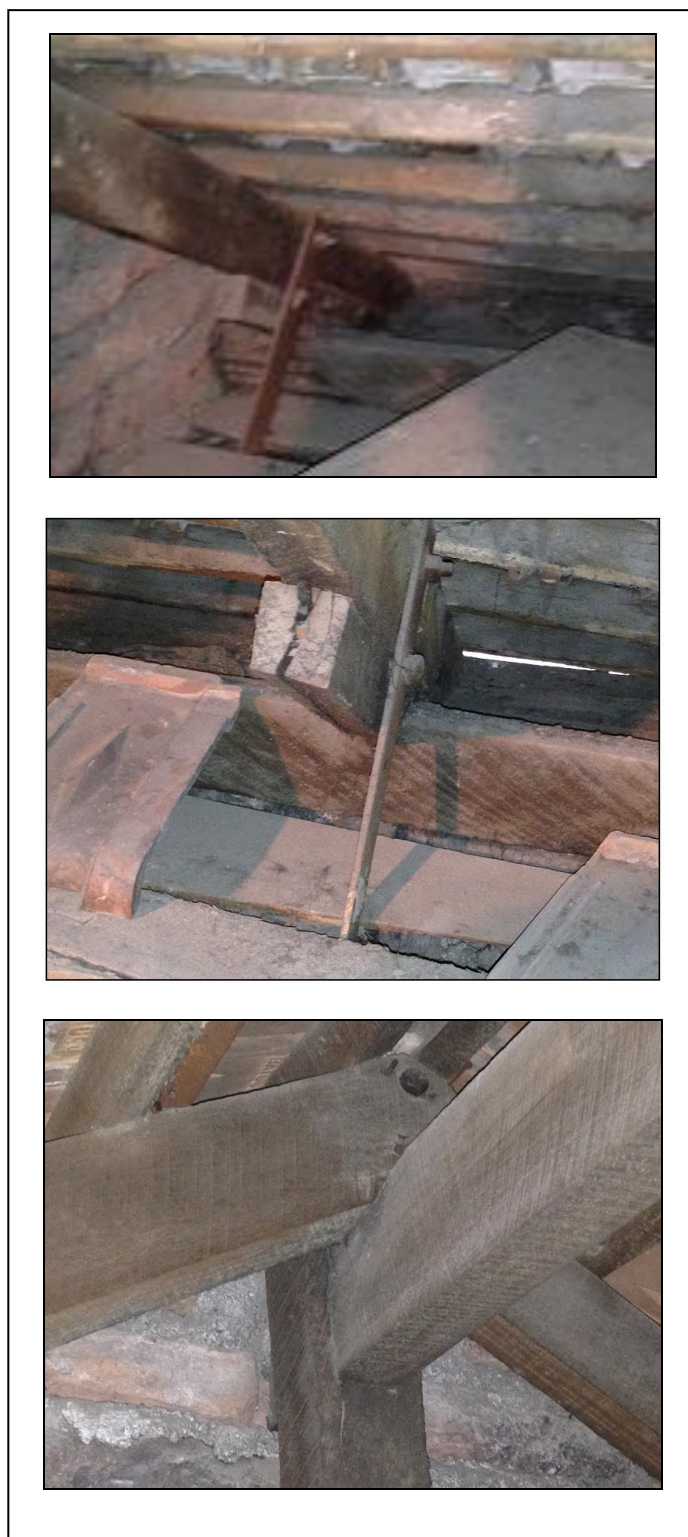
El papel de los elementos conectores en estas cubiertas pesadas es de gran relevancia. Muchos conectores son piezas metálicas de gran espesor (la mayoría de 10 mm) que se han mantenido, en general en muy buen estado de conservación, pese al paso del tiempo (85 años). Las casas en estudio que presentan cadena de hormigón armado a nivel de cubierta no llevan lo que en España es conocido con el nombre de zuncho.<sup>62</sup> Sin embargo, el conjunto Crescente Errázuriz no presenta cadena de hormigón armado, lo que hace presumir que tendría zuncho de coronamiento en muros. Lo anterior puesto que los muros de ladrillo han mostrado buen comportamiento frente a sismos severos sin agrietarse, por lo cual se podría suponer que las tracciones las estaría resistiendo el zuncho metálico.



**FIG. 2.23,** Elementos metálicos en encuentro de tabiques interiores. Conjunto La Colmena. Los Jazmines 579. Imagen propia.

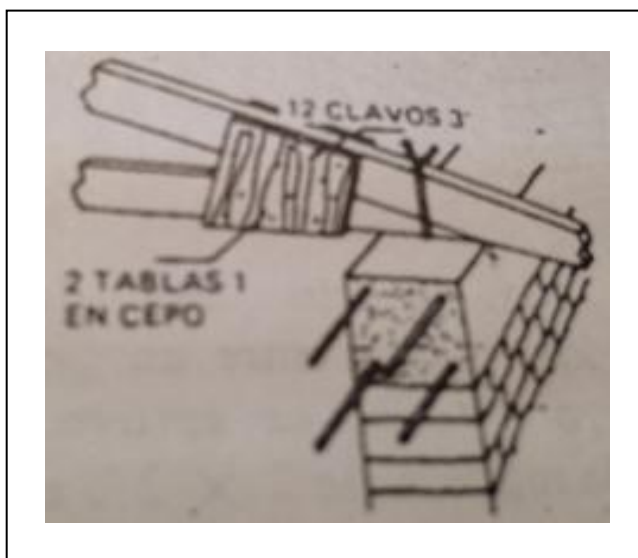
<sup>62</sup> Zuncho: cinturón perimetral continuo y horizontal destinado a absorber los esfuerzos de tracción. Tiene varias funciones: repartir uniformemente las cargas provenientes de los muros, sirve de dintel y es capaz de soportar y anclar cubiertas y entrepisos. (Tesis doctoral Gaby Barbeta. Disponible en: [www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6106/07TESI6.pdf;jsessionid=](http://www.tdx.cat/bitstream/handle/10803/6106/07TESI6.pdf;jsessionid=)





**FIG. 2.24,** Conectores metálicos en tijerales. Casa de conjunto La Colmena. Los Jazmines 603. Propiedad de familia Bermúdez. Imagen propia.



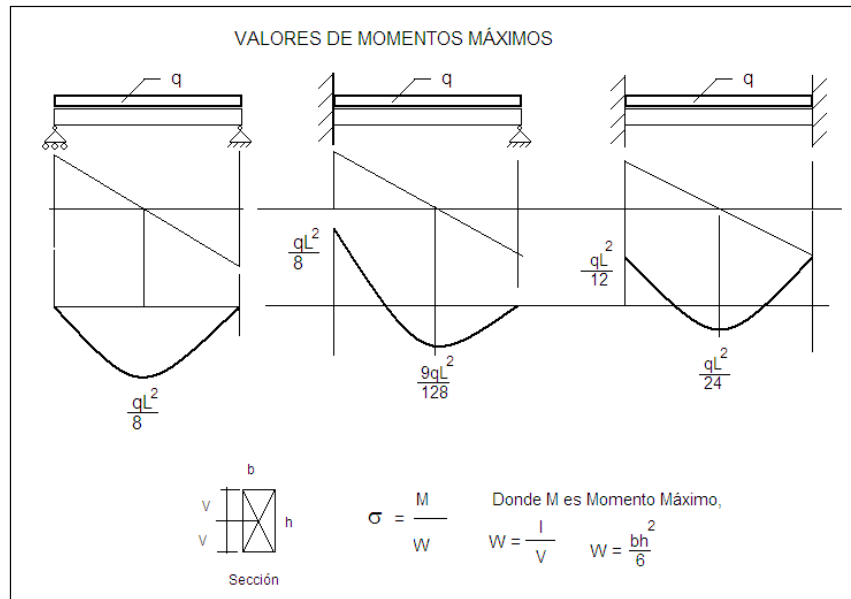


**FIG. 2.25.** Otra solución de anclaje de tijeral o cercha a la cadena por espárragos de acero redondo de 10mm de diámetro, que se han dejado previamente en ella. (GUZMÁN, 1990:182).

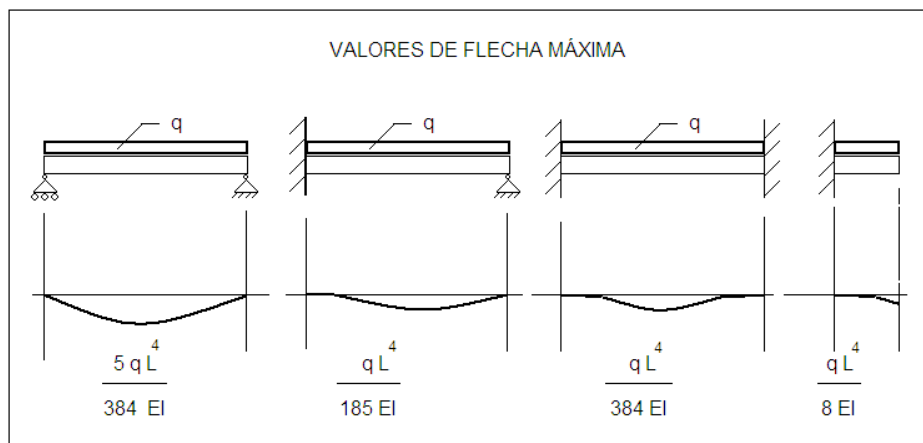
Los elementos de cubierta que trabajan en flexión como costaneras o varillas<sup>63</sup>, se han calculado por método de tensión admisible. Lo mismo para vigas de cubierta o tijerales. Además se ha verificado descensos de barras sometidas a flexión, por flecha máxima, confirmando dichos descensos dentro de los rangos permitidos (del orden de  $(1 \cdot L) / 300$ ). En el estudio de casos se ha verificado cálculo de techumbre a través de programas de computación por elementos finitos. Los entrepisos de cielo también se verificaron por flexión y flecha. En fotografías de demoliciones en sectores cercanos a Ñuñoa, en comuna de Providencia, se evidenció la costumbre de utilizar vigas de roble de 2" x 4" bajo cubierta y 2" x 8" en entrepisos, separadas 30 cm. Utilizando estos datos, es posible deducir que la máxima luz que pueden desarrollar los envigados sería 3,20 m y que habría vigas maestras de mayor sección para conseguir esa distancia entre apoyos

<sup>63</sup> Piezas de pequeña sección que reciben las tejas planas de arcilla, generalmente apoyadas sobre entablado.





**FIG. 2.26,** Gráficos de esfuerzo cortante, con sus respectivos momentos flectores. Diseño en flexión por Método de Tensión Admisible. Esquema de la autora.



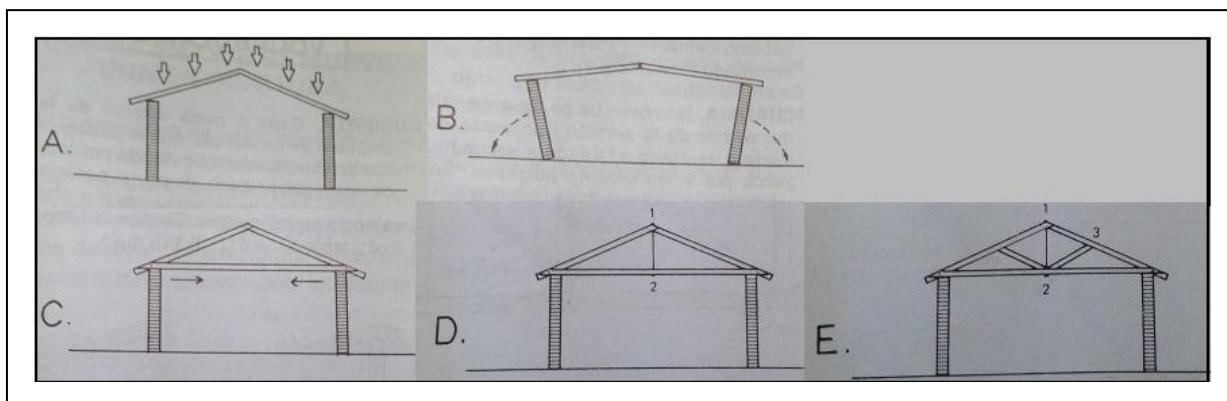
**FIG. 2.27,** Valores de flecha máxima. Esquema de la autora.

### Estudio de esfuerzos en barras de una cercha.

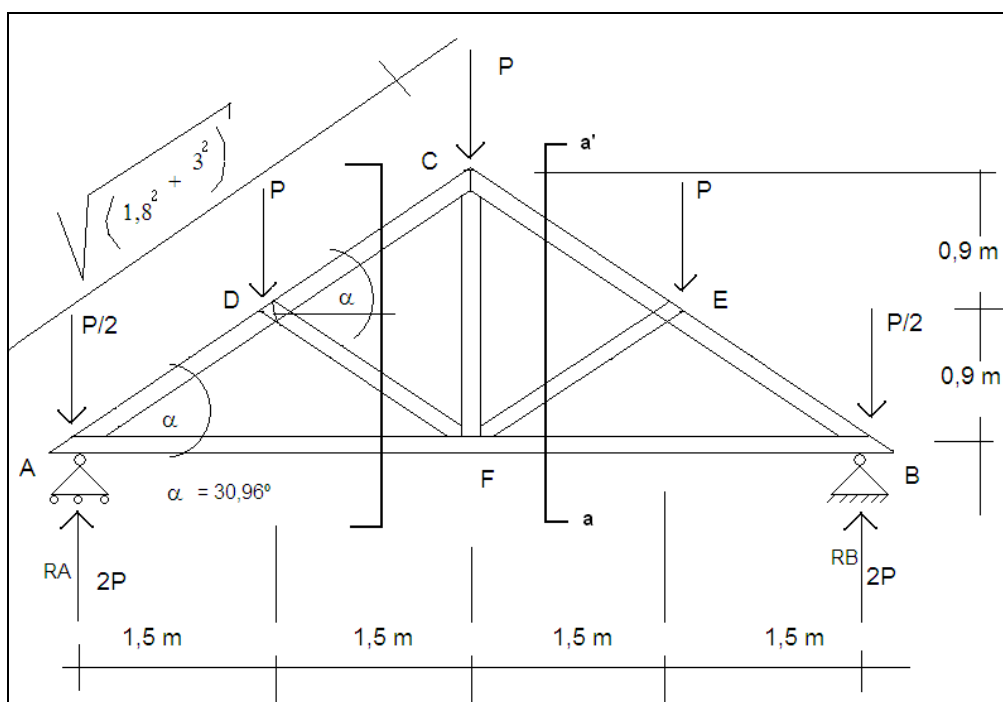
Cada barra de una cercha se considera rotulada en su encuentro con otra barra. Las cargas deben ser aplicadas sólo en los nudos (aunque no siempre es así), de modo que las solicitaciones sean únicamente de tipo axial: compresión o tracción.

Los vínculos, a través de los cuales actuarían las reacciones de la estructura, también deben aplicarse en los nudos. Como se trata de un cuerpo estático y rígido, solo se puede contar con tres ecuaciones de equilibrio. A continuación se expondrá dos métodos para calcular los esfuerzos axiales de las barras: el método de nudos y el de secciones.





**FIG. 2.28**, A: inestabilidad de techumbre; B: tendencia a separar los apoyos y a volcar los muros; C: al unir los apoyos aparece el tirante, que trabaja en tracción; D: si hubiese peligro de que el tirante se flexionase, se podría conectar el punto 1 con el 2 con una pieza llamada pendolón que trabaja en tracción. E: en el número 2 se podrían apoyar puntales hacia los pares o elementos inclinados, denominados tornapuntas o simplemente diagonales, que trabajan en compresión. Si hubiese otras barras verticales más pequeñas que el pendolón, se denominarían péndolas. (GUZMÁN, 1990:57)



**FIG. 2.29** Cercha. Un elemento estructural estudiado estáticamente. Las cargas y vínculos se aplican en los nudos, de este modo se obtienen barras con esfuerzos axiales de compresión o tracción.







## Solución por método de nudos.

Cada nudo será considerado como una partícula en equilibrio estático. Es común tratar previamente la estructura como una lámina y calcular las reacciones en los apoyos, con las ecuaciones de cuerpo rígido: sumatoria de fuerzas verticales, sumatoria de fuerzas horizontales y sumatoria de giros o momentos respecto de un punto (eligiendo un punto en el cual se anule una incógnita)

$$1) \quad \Sigma F_v = 0$$

$$2) \quad \Sigma F_h = 0$$

$$3) \quad \Sigma M_A = 0$$

(RIDDELL-HIDALGO, 2001:157)

$$1) \quad -4P + R_A + R_B = 0$$

2) No hay fuerzas horizontales

$$3) \quad P \times 1,5 + P \times 3 + P \times 4,5 + P/2 \times 6 - R_B \times 6 = 0 \quad R_B = 2P$$

$$1) \quad -4P + R_A + 2P = 0 \quad R_A = 2P$$

Esta cercha también es conocida como un reticulado isostático, en que el número de incógnitas es igual al número de ecuaciones que es posible generar para su resolución. Se cumple la relación  $b + R = 2N$ , en que “b” es el número de barras, “R” el número de restricciones generadas por los vínculos y “N” el número de nudos, con 2 ecuaciones por resolver cada uno de ellos.  $9 + 3 = 2 \times 6$ ;  $12 = 12$

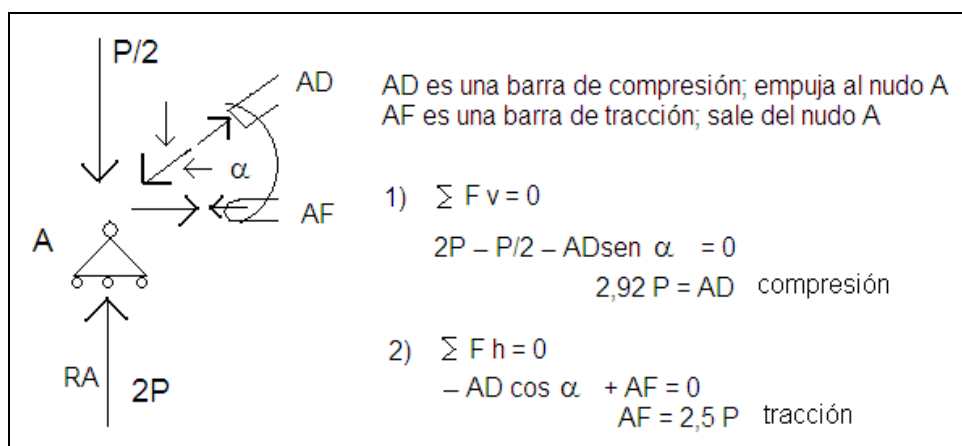


FIG. 2.30, Método de nudos. Esquema de la autora.



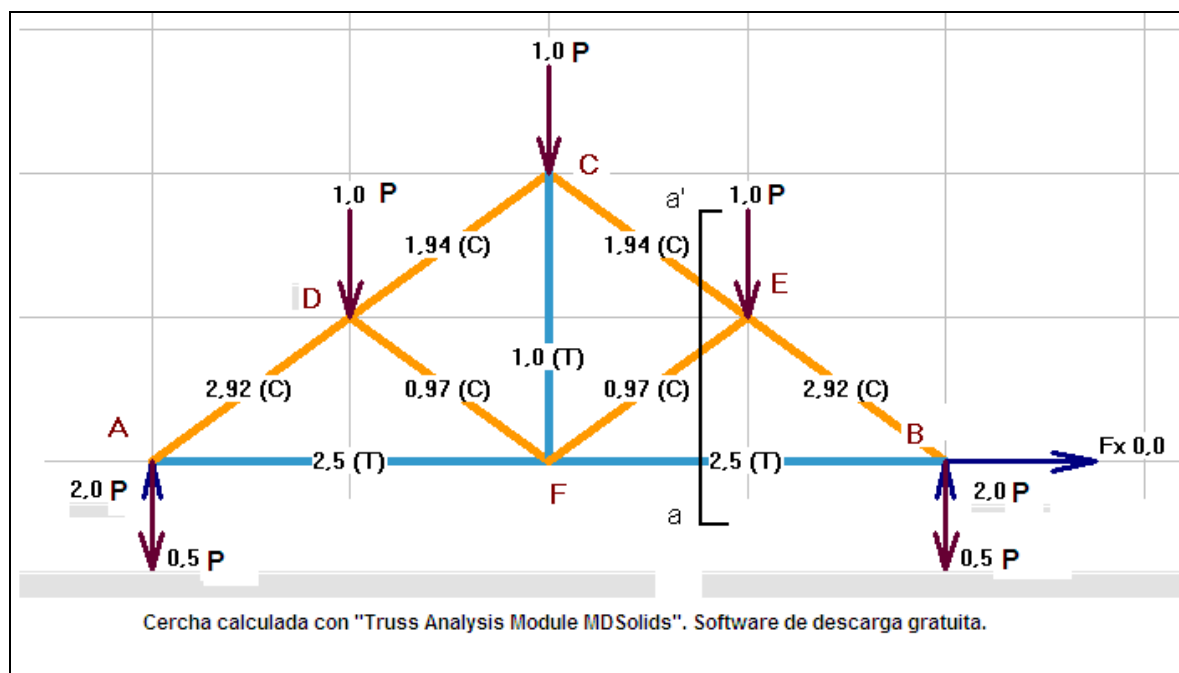


FIG. 2.31, Ejemplo de cercha en la cual se calculó nudo "A" y corte o sección:  $a'-a$ , todo para obtener esfuerzos internos en barras y compararlas con el método "Truss Analysis Module MD Solids".

### Solución por método de secciones (ritter).

Este método consiste en aislar una parte de la cercha, cortándola imaginariamente a través de las barras cuyos esfuerzos se desea conocer (corte  $a'-a$ ). (RIDDELL-HIDALGO, 2001:162).

Al sumar momentos o giros en el punto F, se anularían barras FE Y FB, ya que pasan por punto F, es decir, tienen distancia cero hasta ese punto. De este modo se puede obtener el esfuerzo y tipo de trabajo de barra CE. El esfuerzo es la magnitud y el tipo de trabajo es compresión si la fuerza se dirige al nudo o tracción si sale del mismo; cuando se haya supuesto mal el sentido de una fuerza, el resultado de la ecuación será negativo. Luego, al sumar esfuerzos verticales, se determinará barra FE. Participan fuerzas externas y barras cortadas de la sección escogida. En este caso, corte  $a'-a$  hacia el lado derecho de la cercha.



SECCIÓN a'-a (hacia lado derecho)  $\alpha = 30,96^\circ$

$\Sigma$  de momentos en punto F =

$$-2P * 3 \text{ m} + 0,5 P * 3 \text{ m} + 1P * 1,5 \text{ m} + (CE)\text{sen } \alpha * 1,5 \text{ m} + (CE) \cos \alpha * 0,9 \text{ m} = 0$$

$$CE = 1,94 P \text{ (compresión)}$$

$\Sigma$  de fuerzas en dirección Y =

$$-P + 2P - 0,5P - 1,94P \text{ sen } \alpha + FE \text{ sen } \alpha = 0$$

$$FE = 0,97 P \text{ (compresión)}$$

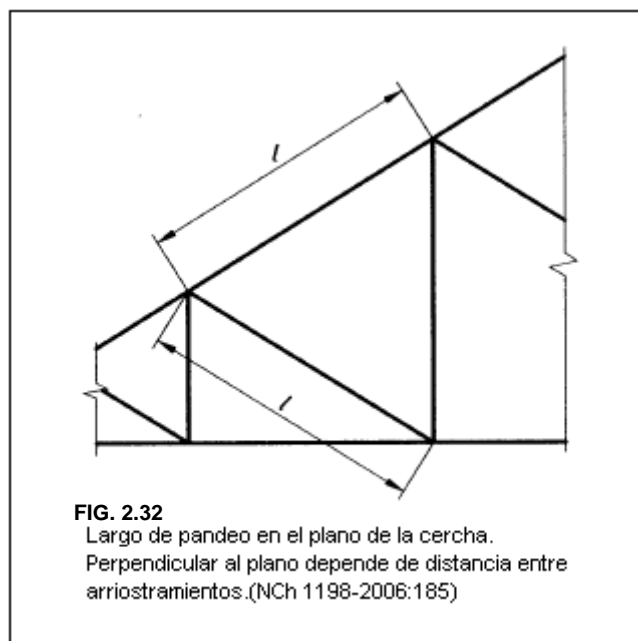
Las barras AD y AF se evaluaron por método de nudos. Las barras CE y FE se calcularon por método de secciones. Los valores obtenidos son exactamente los mismos que por cálculo a través del software MD Solids. Ver imagen anterior.

Toda la estructura de techo se calculó con madera de roble, de Grado Estructural N°4. Los esfuerzos se obtuvieron simulando un modelo bidimensional contenido en su plano y las cargas admisibles se determinaron según la norma NCh 1198 of 2006. Se consideró Peso Propio: 130kg/m<sup>2</sup> y Sobrecarga de Uso: 30 kg/m<sup>2</sup>. Distancia entre cerchas: 1,0 m. Luego se llevó los datos a un programa de descarga gratuita denominado MD Solids, que es muy simple y fácil de utilizar. Se acaba de verificar en una cercha que salva una luz de 6 m, que las barras dieron los mismos resultados por método de nudos, de secciones y MD Solids. Por lo tanto es un programa en el cual se puede confiar. Por otra parte, las casas en estudio fueron calculadas con programas de elementos finitos (Etabs) y otros a base de tensiones admisibles llevados a planillas Excel

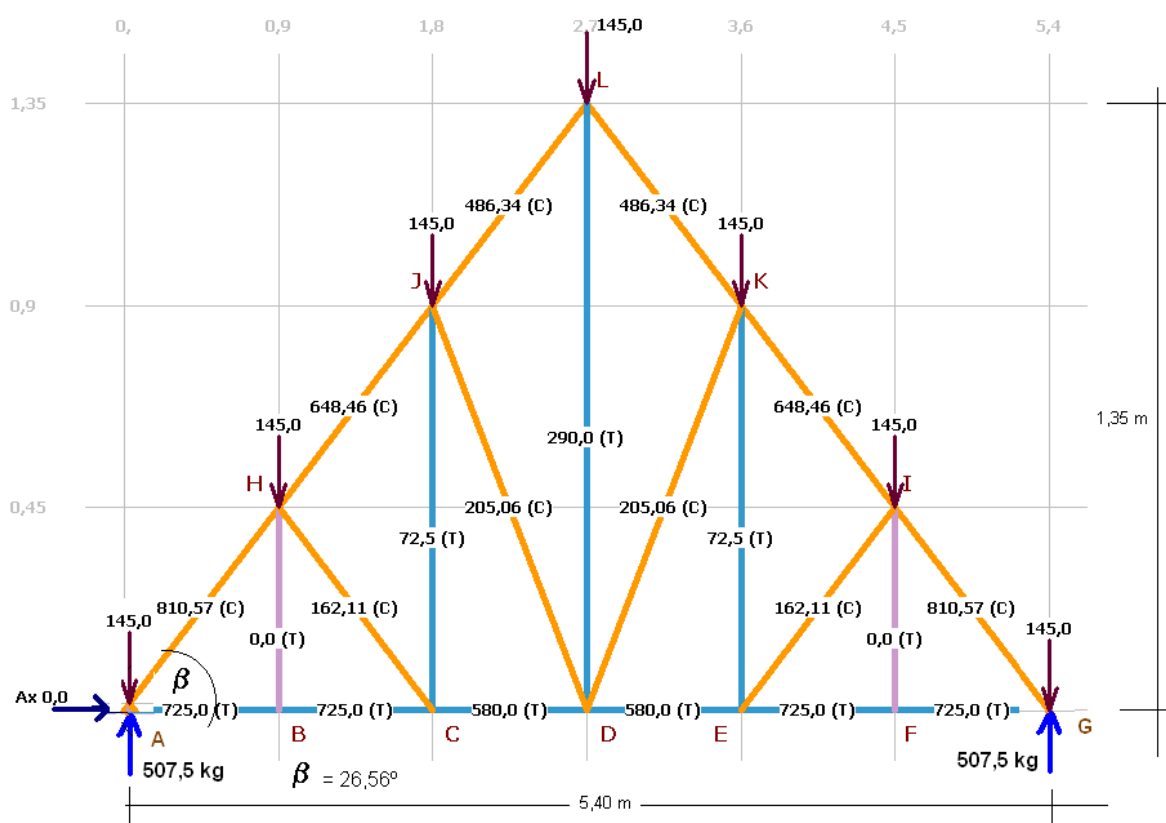
El par de la cercha en su sector más solicitado (barra IG = barra AH) está expuesto a un esfuerzo axial de compresión de 810,57 kg. Dado que existen arriostramientos perpendiculares al plano de la cercha, se evaluará considerando el pandeo más desfavorable del par a un largo equivalente a la tercera parte del par. *“En el análisis de pandeo fuera del plano de la estructura se debe considerar como longitud de pandeo de los cordones la distancia entre puntos de arriostramiento. La verificación de las barras interiores debe asumir siempre la longitud del eje en el reticulado análogo”.* (NCh 1198-2006:185)

Si el largo total del par es de 301,86 cm, la barra IG tendría 100,62 cm afectos a pandeo en su plano y fuera de él.





**FIG. 2.32**  
Largo de pandeo en el plano de la cercha.  
Perpendicular al plano depende de distancia entre arriostramientos. (NCh 1198-2006:185)



**FIG. 2.33**, Cercha calculada con “Truss Analysis Module MD Solids” Software de descarga gratuita.  
Cercha de mayor luz, característica de las casas en estudio. Nota: predominan cotas sobre desproporción de dibujo



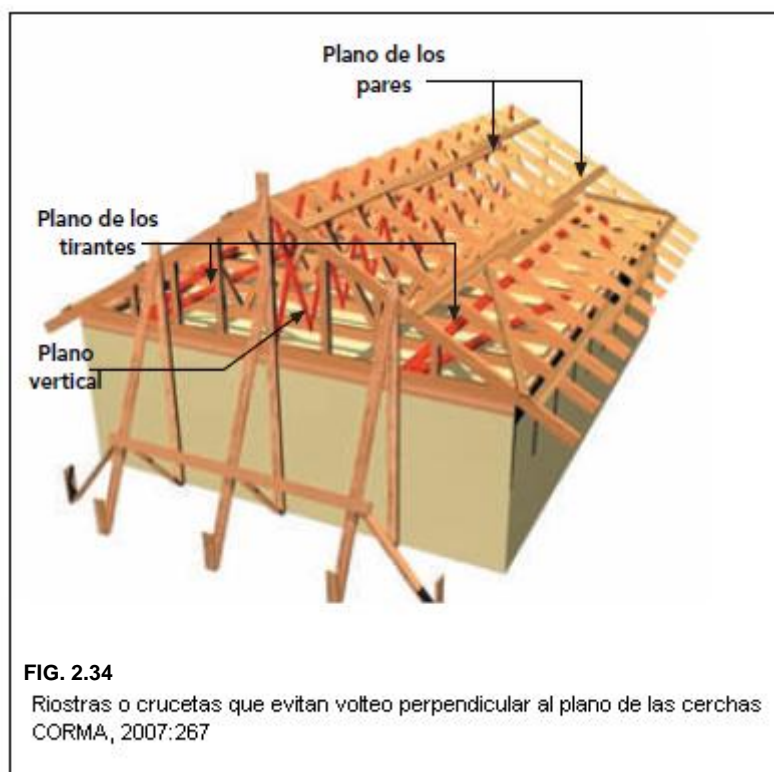
Se verificará sección de madera de 1 (1/2)" x 4", esto es, 3,8 cm x 10,16 cm. Primero se calcula el radio de giro  $i_y$ , el más desfavorable, en que  $I$  es inercia y  $A$  es área de la sección

$$i_y = \sqrt{\frac{I_y}{A}}$$

$I_y = 1,09 \text{ cm}^4$ .  $\lambda = L^0 / i_y$   $\lambda = 100,62 \text{ cm} / 1,09 \text{ cm}$   $\lambda = 92,31$  correspondería a un factor de pandeo  $\omega = 2,63$ . Por último, se verificará la compresión axial con el pandeo más desfavorable, considerando que la resistencia del roble grado estructural N° 4 utilizado resiste según la norma chilena Nch 1198 of 2006 8,3 Mpa, o sea 83 kg/cm<sup>2</sup>.

Verificación:  $810,57 \text{ kg} \times 2,63 / (3,8 \text{ cm} \times 10,16 \text{ cm}) = 55,21 \text{ kg/cm}^2$ . Resultado menor que 83 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto resiste ampliamente.

### Verificación de arriostramientos de cubierta



*“La cuerda a compresión de la armadura se debe diseñar en función de su longitud no arriostrada lateralmente. En el plano de la armadura, la cuerda se arriostra por medio de otros miembros de la armadura en cada conexión. Sin embargo, si no hay contraventeo o arriostramiento lateral, la longitud no arriostrada de la cuerda en una*

*dirección perpendicular al plano de la armadura, se convierte en la longitud total de la armadura” (AMBROSE, 1998: 238).* En las casas en estudio, los arriostramientos se encuentran a lo largo de las cumbreras de las cerchas y a lo largo de las primeras péndolas, puesto que la mayor compresión de los pares de las armaduras se encuentra en los bordes y decrece hacia la cumbrera a partir de la primera diagonal en el plano de la cercha.

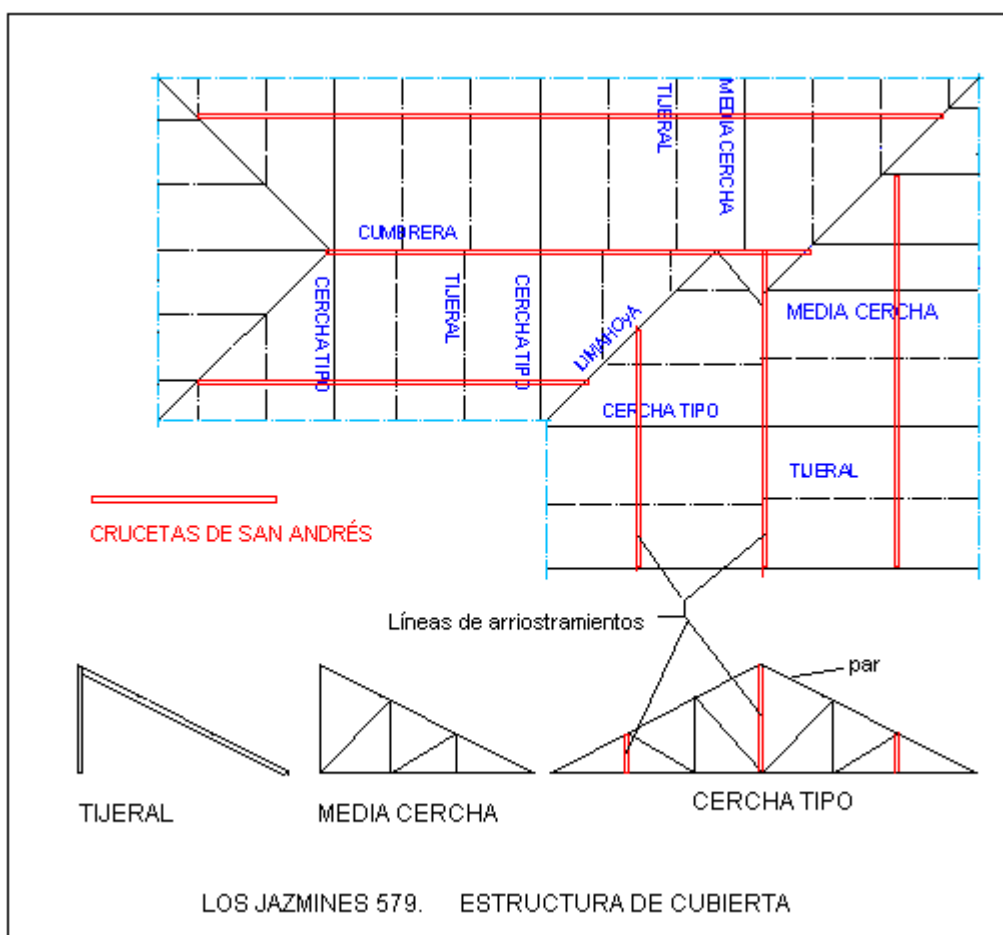
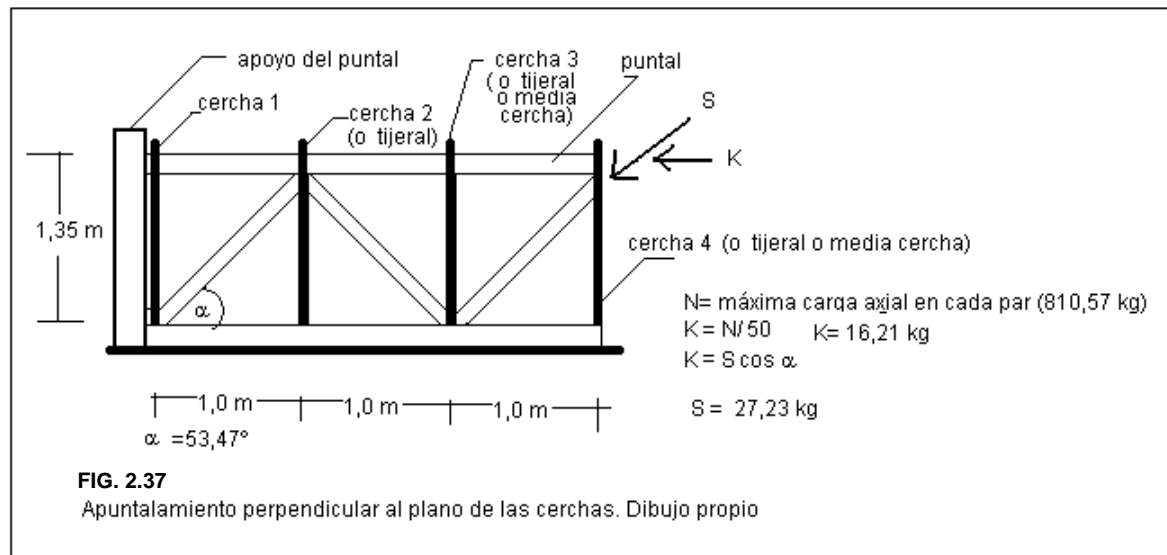
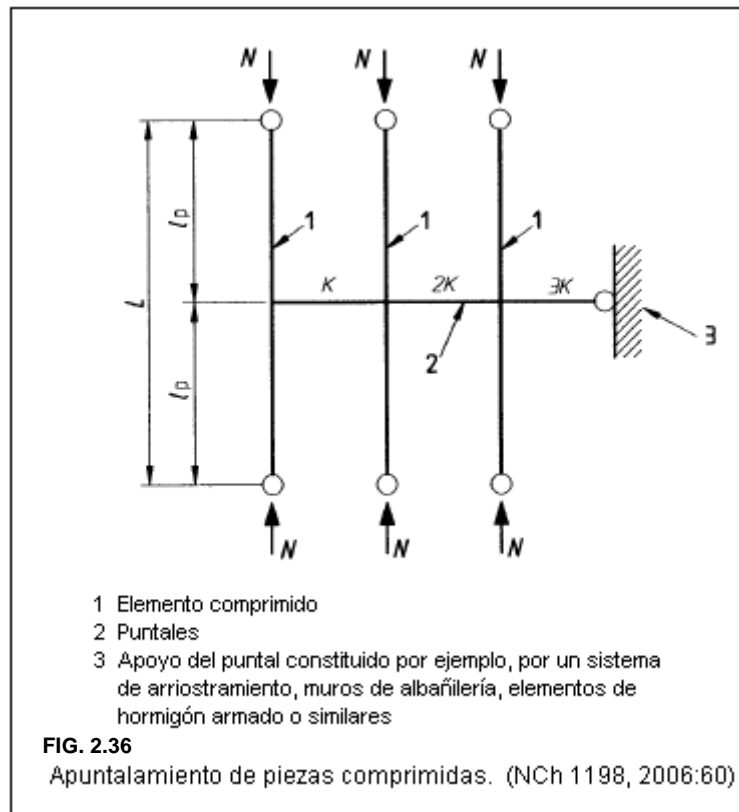


FIG. 2.35, Estructura de cubierta. Dibujo de Francisco Benforado

Las piezas utilizadas para disminuir la longitud de pandeo en puntos intermedios de un elemento comprimido, usadas en forma lateral al plano de cada cercha, se deberán diseñar para una fuerza de apuntalamiento de magnitud  $K$ , que para madera aserrada corresponde a:

$K = N/50$ , en que  $N$  corresponde a la máxima fuerza de compresión que solicita las barras apoyadas por el puntal (NCh 1198, 2006:60)







## Verificación de apuntalamiento de piezas comprimidas

Utilizando la sección de madera de 1 (1/2)" x 4", esto es, 3,8 cm x 10,16 cm

$l_y = 1,09 \text{ cm}$ .  $\lambda = L^0 / i_y$   $\lambda = 168 \text{ cm} / 1,09 \text{ cm}$   $\lambda = 154,12$  correspondería a un factor de pandeo  $\omega = 8,14$ .

Por último, se verificará la compresión axial con el pandeo más desfavorable, considerando que la resistencia del roble grado estructural N° 4 utilizado resiste según la norma chilena Nch 1198 of 2006 8,3 Mpa, o sea 83 kg/cm<sup>2</sup>.

Verificación:  $27,23 \text{ kg} \times 8,14 / (3,8 \text{ cm} \times 10,16 \text{ cm}) = 5,74 \text{ kg/cm}^2$ . Resultado muchísimo menor que 83 kg/cm<sup>2</sup>, por lo tanto resiste ampliamente.

Otro modo de verificar las diagonales de arriostramiento de las cerchas es considerando el coeficiente sísmico actuando lateralmente sobre las cerchas. En ese caso consideraríamos la sumatoria de cargas estáticas de cada cercha y a esa cifra aplicaríamos el coeficiente sísmico: 0,18 (ver procedimiento para cálculo estructural de muros de una vivienda de albañilería simple en esta tesis). La suma de cargas estáticas de una cercha es 1015 kg, por lo tanto ahora K sería  $1015 \text{ kg} \times 0,18 = 182,7 \text{ kg}$ . Si K corresponde a  $S \cos \alpha$ , por lo tanto  $S = 306,93 \text{ kg}$ .

Verificación:  $306,93 \text{ kg} \times 8,14 / (3,8 \text{ cm} \times 10,16 \text{ cm}) = 64,71 \text{ kg/cm}^2$ , cifra bastante más cercana a la resistencia del roble en compresión (8,3 MPa o 83 kg/cm<sup>2</sup>)

**ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198 of 2006)**

OBRA:

ITEM:

Datos Generales

Lugar de Servicio: Santiago

Madera: Roble

Grado Resistente: N° 4

Tipo de uniones: Clavos

☐ Trabajo Conjunto en Flexión (§.1.3)

☒ Carga Normal (10 AÑOS) ☐ Carga Eventual (1 DÍA)

| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
|  |      | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_r$                                    | 11   | 0,96  | 0,977 |
| $F_p$                                    | 6,6  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 8,3  | 0,96  | 0,977 |
| $E_r$                                    | 7900 | 0,97  | 1,000 |

**$E_f, dis = 76661,6 \text{ kg/cm}^2$**

Definidas por el Usuario

☐ Temperatura

☐ Humedad

Según Lugar

13,9° T° Servicio

14% H. Equil.

**Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm**

FIG. 2.38, Datos utilizados por el ingeniero Richard Vásquez en su cálculo por elementos finitos.





## 2.3. COMPORTAMIENTO DE LOS MUROS DE FÁBRICA.

### 2.3.1. Introducción

Las obras levantadas con ladrillos, bloques de cemento, piedras y otros materiales análogos, son denominadas fábrica. Cuando se menciona un muro de fábrica, se interpreta que dicho paramento está construido o relleno con materiales pesados, unidos con argamasa o mortero. (Guzmán, 1990:131). Para efectos de la presente tesis, interesa la edificación de ladrillo de arcilla cocida en forma artesanal, que unida con mortero conforma muros perimetrales de las construcciones de conjuntos de vivienda en estudio. También es utilizado el término mampostería y albañilería de ladrillos con igual significado<sup>64</sup>. Los muros interiores de dichas residencias corresponden a tabiquerías estructurales de madera, a base de pies derechos y diagonales, rellenos con adobe, que contribuyen a soportar esfuerzos estáticos y dinámicos del conjunto.

### Resistencia del ladrillo y del mortero

La resistencia del ladrillo en compresión varía entre 150 Kg /cm<sup>2</sup> y 300 Kg /cm<sup>2</sup> (15 y 30 MPa<sup>65</sup>), en tracción disminuye entre 5% y 8% de ese valor. Su elasticidad oscila entre 50.000 Kg /cm<sup>2</sup> y 100.000 Kg /cm<sup>2</sup> y un coeficiente de Poisson <sup>66</sup> entre 0,15 y 0,20. Para morteros de pega con proporciones cal: arena entre 1:3 y 1:5, 25 kg/cm<sup>2</sup> y su resistencia a tracción un 5%(Escrig, 2004:81).

<sup>64</sup> Mampostería: obra de piedras o ladrillos unidos con mortero o simplemente sobrepuestos; sinónimo: albañilería. (Meli, 1998: 219). Albañilería: Obra de ladrillo, piedra, cal y arena; sinónimo de mampostería. (Meli, 1998: 217)

<sup>65</sup> 1MPa = 10 kg/cm<sup>2</sup>

<sup>66</sup> El coeficiente de Poisson (denotado mediante la [letra griega  \$\nu\$](#) ) es una [constante elástica](#) que proporciona una medida del estrechamiento de sección de un prisma de material elástico lineal e isótropo cuando se estira longitudinalmente y se adelgaza en las direcciones perpendiculares a la de estiramiento. El nombre de dicho coeficiente se le dio en honor al físico francés [Simeon Poisson](#). Disponible en: [http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente\\_de\\_Poisson](http://es.wikipedia.org/wiki/Coeficiente_de_Poisson)





## Resistencia del muro de ladrillo.

La resistencia del muro de fábrica en su conjunto de elementos es variable y depende de sus piezas y espesores de juntas. En general oscila entre 20 kg/cm<sup>2</sup> y 110 kg/cm<sup>2</sup> en compresión (Escrig, 2004:81), aunque actualmente en Chile se ha llegado incluso a considerar hasta 5 kg /cm<sup>2</sup> de resistencia en compresión y un 10% de esa cifra en tracción y corte; en México se considera entre 15 y 20 kg/cm<sup>2</sup> (ladrillo con mortero de cal) de resistencia en compresión, 2 kg/cm<sup>2</sup> en corte y 10.000 kg/cm<sup>2</sup> para módulo de elasticidad. (Meli, 1998: 31)



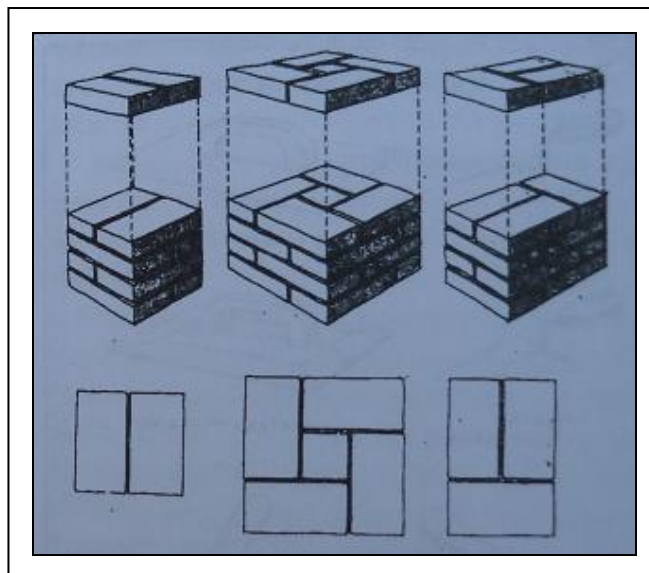
FIG. 2.39, Casa de ladrillo artesanal del conjunto La Colmena. Los Jazmines 579. Ñuñoa. Imagen propia.

Los muros de ladrillo mencionados, no siguen las reglas de materiales elásticos como el acero u otros materiales modernos. Por tal razón es conveniente obtener ciertos valores que nos permitan utilizar parámetros de rigidez y deformación que puedan ser analizados a través de expresiones matemáticas. (Escrig, 2004:81). Para cálculo estructural de resistencia, se recurre a reglas empíricas, pero también se utilizan dos hipótesis extremas:

- Comportamiento lineal hasta la falla, dando pie al uso de fórmulas de la teoría elástica para el cálculo de esfuerzos
- Comportamiento plástico, en el que se supone que antes de la falla, es permisible que toda el área de la sección sujeta a compresión, alcance el esfuerzo máximo resistente a ese tipo de trabajo.



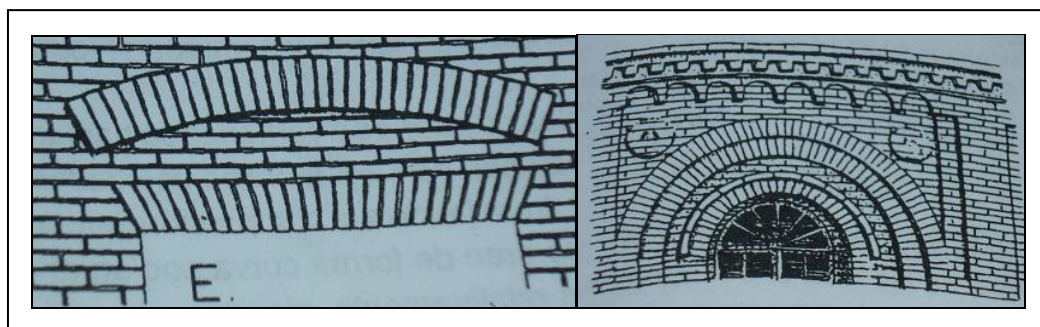
Si bien esta última hipótesis parece estar alejada del comportamiento de un material frágil como la albañilería, permite mejores estimaciones de resistencia. (Meli, 1998:36)<sup>67</sup>



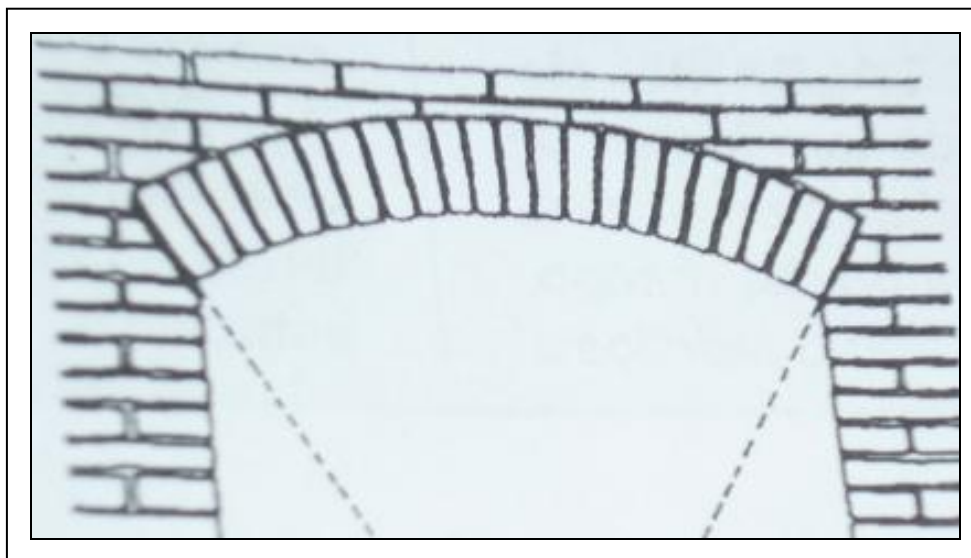
**FIG. 2.40,** Diversas formas de disponer ladrillos en un pilar (Guzmán, 1990:133).

Según Euclides Guzmán, los pilares de ladrillo debían contar con espesores equivalentes a la octava parte de su altura. De este modo un pilar de 35 cm espesor debería tener una altura cercana a 2,80 m. La ejecución artesanal de muros de ladrillo sin refuerzo logró buenos resultados, especialmente molduras y decoraciones ejecutadas en cada hilada en el alzamiento de muros. Los reforzamientos o confinamientos de vanos, se levantaban con el mismo ladrillo; en el caso de ejecutar dinteles curvos, se colocaba como dovelas, trabajando en compresión, compromiso característico de este material. En dinteles rectos la compresión aumenta por lo cual la luz a salvar es menor. Si se requiere un dintel recto de mayor luz, es factible disminuir su carga superior a través de un sobreaarco o arco de descarga.

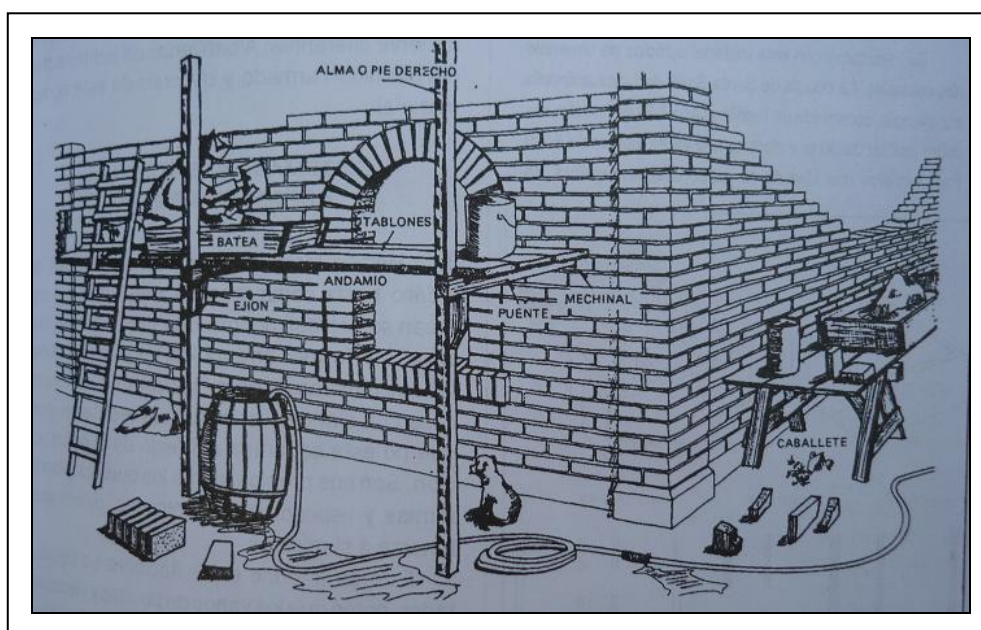
<sup>67</sup> Según Meli, la redistribución de esfuerzos que se presenta antes de la falla produce una condición bastante más próxima a la plastificación que a la distribución lineal.



**FIG. 2.41,** Sobrearco o arco de descarga / **FIG.** Fachada de ladrillo. (Guzmán, 1990:133).



**FIG. 2.42,** Dintel curvo. (Guzmán, 1990:133).



**FIG. 2.43,** “Una antigua faena de albañilería, cuando no se usaban aún los pilares, cadenas y dinteles de hormigón armado. Los tramos de muros podían ser más continuos y se comenzaba por levantar sus extremos, que servían de guía para el resto de las hiladas”... (Guzmán, 1990:131).







Tanto muros como pilares de ladrillo deben ser capaces de resistir cargas de peso propio y sobrecargas de la edificación, como también esfuerzos horizontales en el sentido de sus planos y perpendicular a ellos. En la opinión de Roberto Meli, los muros tienen la misión de cumplir tres funciones:

1. Soportar carga axial (peso del muro, peso de cubierta más sobrecarga de uso )
2. Resistir empujes normales a su plano que generan flexión en la dirección más débil del muro.
3. Ser capaces de recibir empujes laterales en el sentido de sus planos originados por la cubierta cuando están alineados para trabajar como contrafuertes.(Meli,1998:47)

### 2.3.2. Fallas en muros de soporte.

Santiago Huerta, importante seguidor de Heyman, señaló que las fábricas son rígidas y trabajan exclusivamente en compresión; de ahí la importancia que la línea de empujes siempre circule por el interior de la estructura (Escrig, 2004:62).

La configuración de grietas en muros, generalmente evidencia el origen de la falla estructural. Los hundimientos de terreno arrastran a los muros hacia abajo, mientras la parte no afectada se mantiene en su lugar. (Meli, 1998: 48).

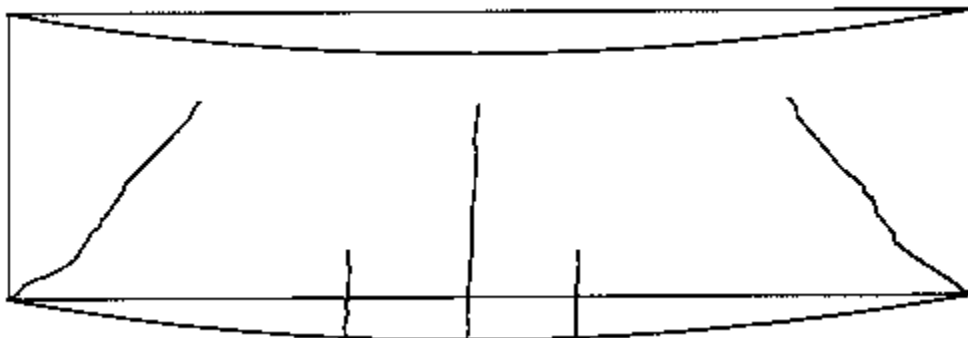


FIG. 2.44, Agrietamiento por hundimiento de la parte central del edificio.



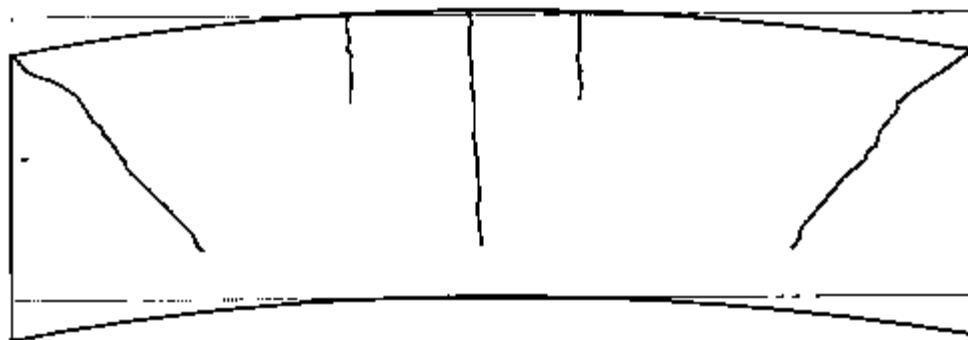


FIG. 2.45, Agrietamiento por hundimiento de los extremos. (Meli, 1998:48)

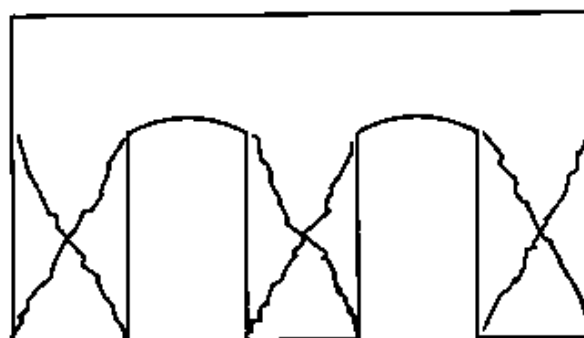
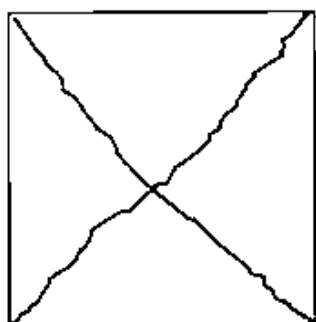


FIG. 2.46, Agrietamiento por fuerzas laterales alteradas (sismos). (Meli, 1998:48)

La configuración de grietas en muros, generalmente evidencia el origen de la falla estructural. Los hundimientos de terreno arrastran a los muros hacia abajo, mientras la parte no afectada se mantiene en su lugar. (Meli, 1998: 48). Fallas originadas por corte se evidencian a través de grietas diagonales, producto de compresión o tracción diagonal. Por lo general las grietas se inician en la esquina de una abertura o desde el centro de un segmento de muro. Otro tipo de falla es por flexión; las grietas de tracción se presentan verticalmente. Como los sismos generan movimientos en una dirección, pero en sentidos opuestos, es factible que se obtenga simultáneamente los efectos de corte y flexión, observados en las mismas grietas. Si el coronamiento de los muros no presenta reforzamiento, es posible que durante un sismo se incremente la carga de cubierta y el muro falle por inestabilidad. (IAEE, 2004: 4).



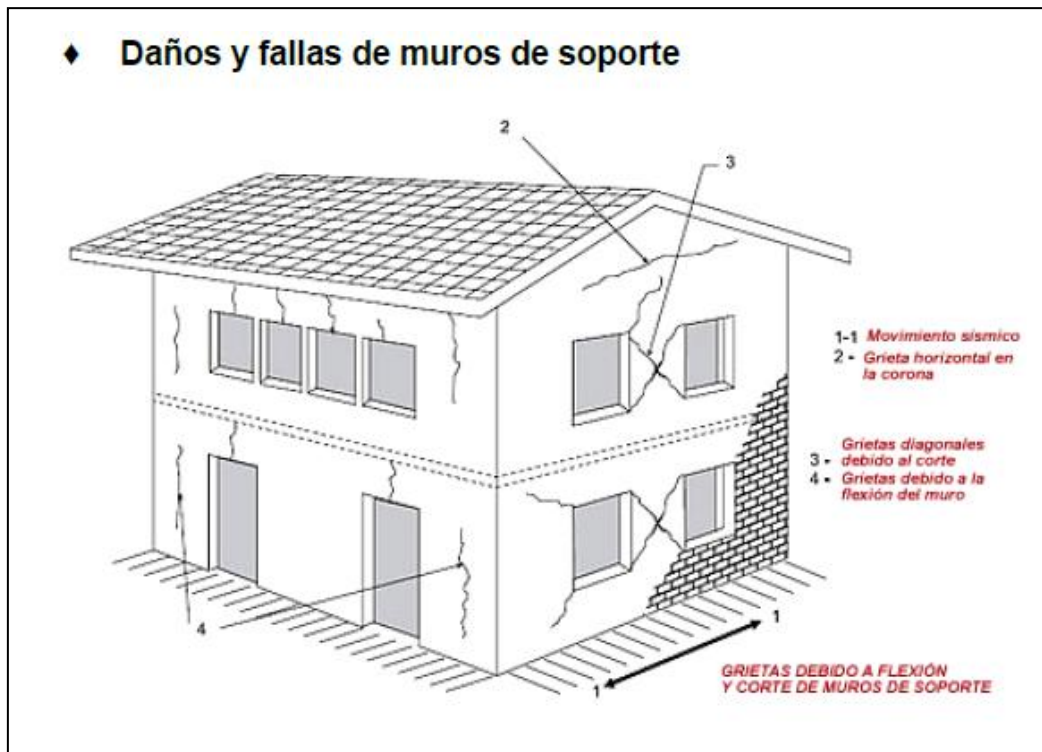


FIG. 2.47, (IAEE, 2004: 4).<sup>68</sup>

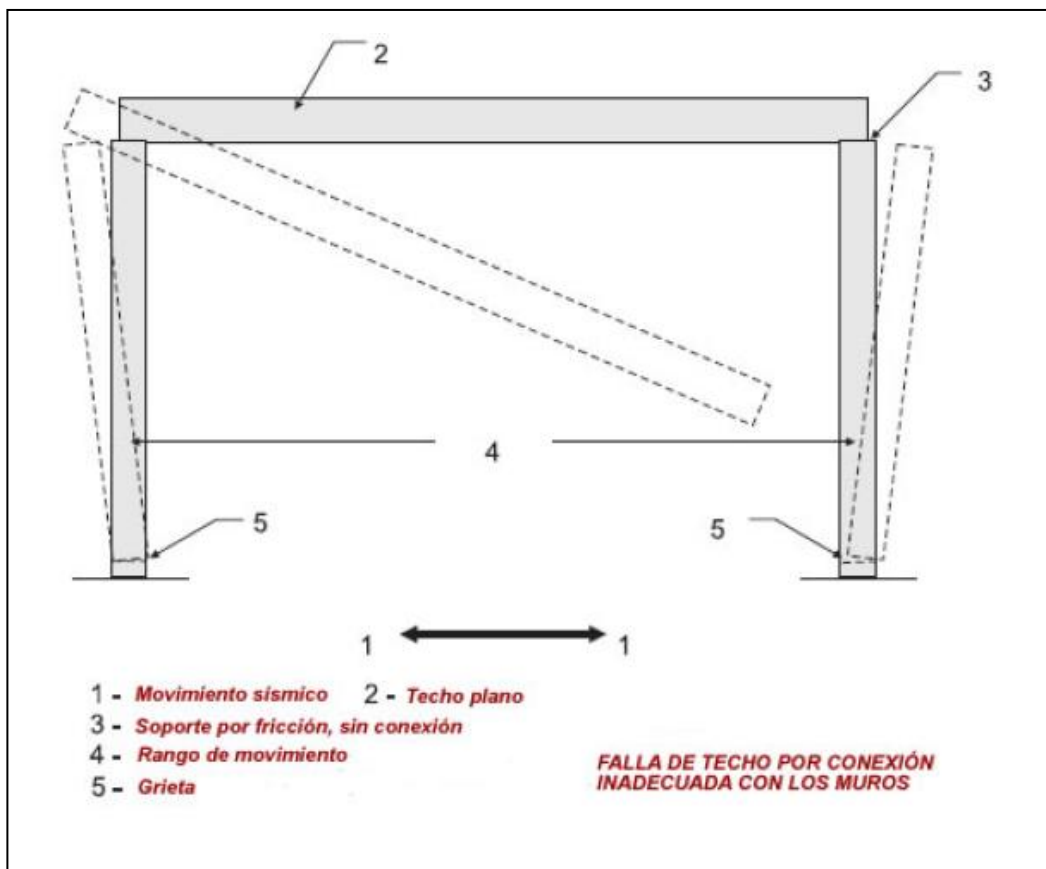


FIG. 2.48, (IAEE, 2004: 5)

<sup>68</sup> Disponible en: [http://ingenieria.peru-v.com/documentos/Conceptos\\_danos\\_edificaciones\\_autoconstruccion.pdf](http://ingenieria.peru-v.com/documentos/Conceptos_danos_edificaciones_autoconstruccion.pdf)





Meses después del sismo del 3 de Marzo de 1985, en la ciudad de Santiago de Chile se realizó una gran inspección de edificaciones dañadas por el terremoto, efectuada por especialistas quienes catastraron las construcciones. La mayor parte de las edificaciones correspondió a unidades de viviendas aisladas o pareadas cuyas superficies en planta van desde 50 m<sup>2</sup> hasta 250 m<sup>2</sup> aproximadamente.

Las inspecciones sobre posibles daños que se realizaron en los inmuebles de albañilería de ladrillos sin armar, correspondieron a edificaciones ejecutadas a fines del siglo XIX y principios del XX. Los materiales utilizados eran ladrillos artesanales cocidos llamados *chonchones*, los cuales conforman grandes pirámides para llevar a cabo su cocimiento. Existe la creencia que en construcciones anteriores al siglo XX, las unidades artesanales habrían sido cocidas en hornos (Cruz, 1988:79). También se señalaba que los morteros inspeccionados en los edificios más antiguos llevarían cal, mientras que los más recientes contendrían cemento. Se observó, en general, que la calidad de ladrillos y morteros, así como su integración fue muy buena, conformando muros de espesores superiores a 40 centímetros, que contenían reforzamientos del mismo material a modo de contrafuertes a poca distancia entre sí y vanos de pequeña talla. La mayor parte de este registro correspondió a casas del sector centro-poniente de Santiago. (Cruz, 1988:80).

El comentario para esta muestra fue que las viviendas catastradas de un piso mostraron daños como:

- Fisuras en encuentros de muros, a veces con desaplome de los mismos.
- Desplome de antetechos, con distintos grados de gravedad, que aunque no fue un daño estructural, constituyó un riesgo para los transeúntes.

Las construcciones de dos pisos de la misma materialidad mostraron un comportamiento más insatisfactorio:

- Desplome de muros muy esbeltos en relación a su altura.
- Destrucción del empalme de muros y su desacople
- Vaciamiento y falla de dinteles.





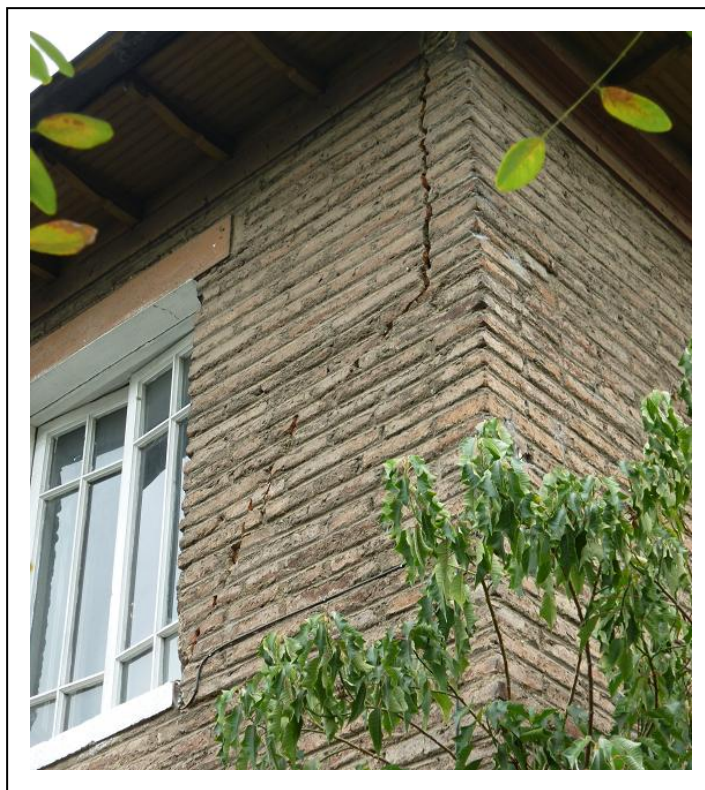
**FIG. 2.49,** Daño en dintel en 2º piso. Sismo del 27 de Febrero de 2010. Conjunto Elías de la Cruz. . Imagen propia



**FIG. 2.50,** Desplome de antetecho en 2º piso. Sismo del 27 de Febrero de 2010. Conjunto Elías de la Cruz. Imagen propia.<sup>69</sup>

<sup>69</sup> En el muro se observa un espesor mayor hasta nivel de cadena, pues los ladrillos van de cabeza, y luego siguen en tendel de la cadena hacia arriba. Además se observa falla de elementos de cubierta.





**FIG. 2.51** Destrucción del empalme de muros. Sismo del 27 de Febrero de 2010. Conjunto Elías de la Cruz. Imagen propia.<sup>70</sup>

### 2.3.3. Reparación y refuerzo estructural.

#### Generalidades

Al enfrentarse a una estructura antigua se deberá analizar cuidadosamente el grado de seguridad que ofrece la edificación a sus ocupantes y detectar si existen debilidades estructurales, de modo que si es el caso, ejecutar un adecuado proyecto de reforzamiento. Esto implica la elección de un diseño estructural de refuerzo, detalles constructivos sobre la solución adoptada y la supervisión de su ejecución.

El cálculo de refuerzo estructural manifiesta serias dificultades al inducir la interacción de elementos nuevos con otros antiguos en un comportamiento diferente al original que no siempre resulta ser adecuado.

La *compatibilidad* de materiales es primordial en las intervenciones estructurales; es recomendable utilizar técnicas tradicionales de refuerzo, pues las operaciones con materiales diferentes a los originales han mostrado mal comportamiento en sismos violentos. Esto se ha evidenciado en edificaciones de adobe estructural intervenidas

<sup>70</sup> Esta vivienda perdió el confinamiento que poseía verticalmente en estucos especiales protectores de vano. Ver ventana.







con hormigón armado o con albañilería confinada, a causa del sismo de 1985 que fallaron con el terremoto de 2010, precisamente en los muros modificados. (La Estrella, Zona Central, Chile)



**FIG. 2.52,** Choque de estructuras de diferente rigidez. Foto: M. Luisa Zúñiga. Manuel Rodríguez 695. La Estrella. Rancagua. Chile. Abril 2011.

Al aportar elementos de gran rigidez a paramentos de adobe, se induce un incremento en las cargas por sismo que el material antiguo no es capaz de resistir. Es conveniente que las técnicas de refuerzo sean *reversibles*, esto es, la posibilidad de remover cualquier intervención sobre todo si con el tiempo se descubre un mejor reforzamiento estructural. (Meli, 1998:144)



## Inyección de Lechada.

La inyección con lechada sobre muros de ladrillo es un método de sellado de grietas que además sirve para completar concavidades que incluso pueden existir desde la época de construcción de la edificación. Cuando las grietas y oquedades son pequeñas, es preferible utilizar lechada de agua y cementante sin arena, pero al ser de gran tamaño es recomendable inyectar un mortero con apariencia de lechada u hormigón líquido. El cemento portland por lo general no requiere de aditivo específico. Pero en materia de restauración es aconsejable el uso de morteros puzolánicos con escaso o nulo contenido de cemento, logrando una mejor compatibilidad de materiales entre el original y la inyección de mortero.

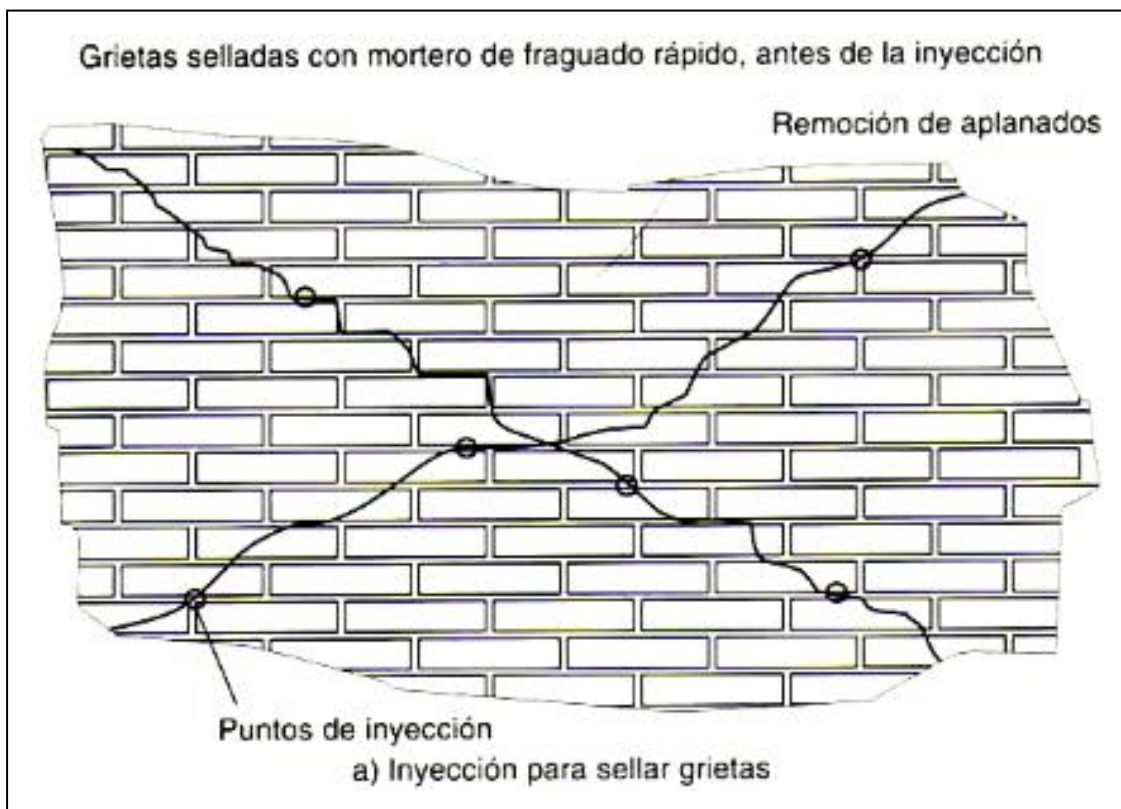


FIG. 2.53, Grietas selladas con mortero de fraguado rápido, antes de la inyección. (Meli,1998:146)

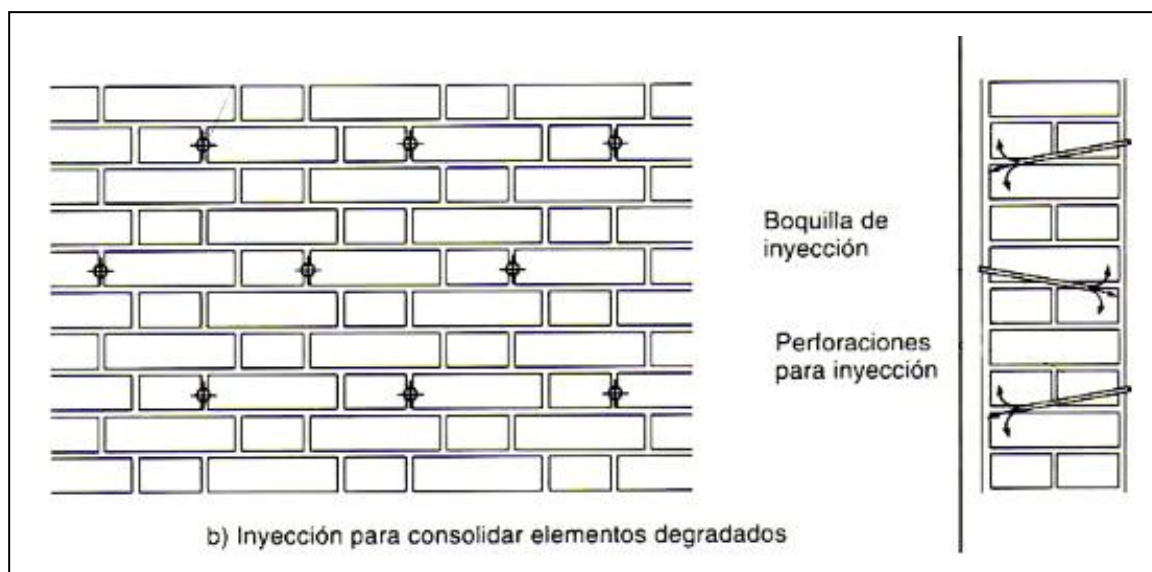


FIG. 2.54, Inyección para consolidar elementos degradados. . (Meli, 1998:146)

La inyección se ejecuta mediante tubos que se van completando desde abajo hacia arriba. Es recomendable agregar un aditivo estabilizador de volumen, para disminuir la retracción por fraguado de la lechada. (Meli, 1998:146)

### Malla de alambre electrosoldada

Este refuerzo es recomendado cuando se han generado grietas post sismo. Se debe remover los fragmentos y polvo del interior de las grietas mediante un chorro de agua. Los ladrillos deben presentar una superficie limpia y con rugosidades del orden de 0,5 mm de profundidad a través de un martelinado suave (Ruiz, Sánchez y Alcócer, 1998:888). A las grietas en diagonal se puede dar un tratamiento con mortero de cemento y en aquellos casos de daño mayor, es preferible cambiar las piezas por otras similares en buen estado. Si el ancho de la grieta es inferior a 0,5 mm es posible tratarla con una inyección de lechada, de las características recién señaladas. La malla metálica deberá anclarse al muro usando aproximadamente 9 anclajes por metro cuadrado o arandelas metálicas a modo de anclajes, cuidando que los bordes de la malla queden bien sujetos. La malla se recubre con mortero de cemento. Esta técnica permite aumentar la capacidad del muro de ladrillo ante cargas laterales, disminuir el deterioro de la rigidez lateral y aumentar su capacidad de desplazamiento. Es recomendable desarrollar este procedimiento por ambas caras del muro.



La resistencia lateral que aportará la malla de alambre electrosoldada dependerá de la cuantía y calidad de los alambres, así como de la calidad y densidad de anclajes para unirse al muro y de la calidad del recubrimiento.

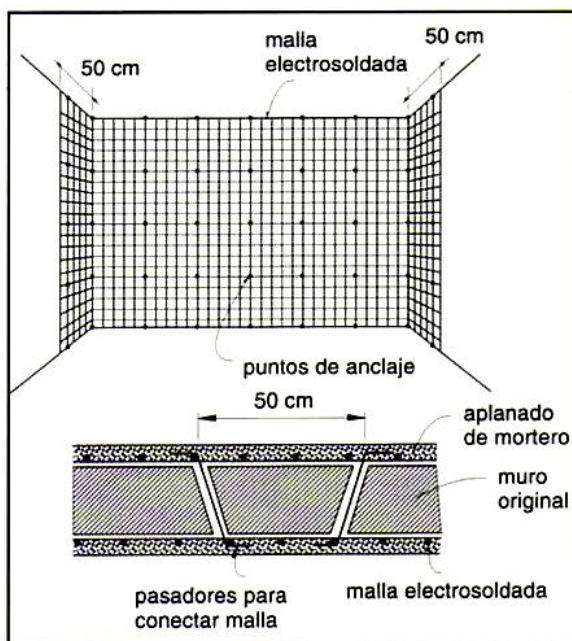


FIG. 2.55, Refuerzo con malla electrosoldada. (Meli,1998:155)

### Sustitución del material

En el caso de observar una zona dañada o débil en los paramentos de albañilería, es recomendable sustituir ese sector, removiendo cuidadosamente el material en mal estado y restituyéndolo por otro con igual materialidad y rigidez, cuidando una muy buena ejecución del muro, con el objeto de mejorar su capacidad estructural. Es conveniente operar por tramos pequeños y procurar superficies irregulares para lograr una buena conexión entre materiales de distinta data.

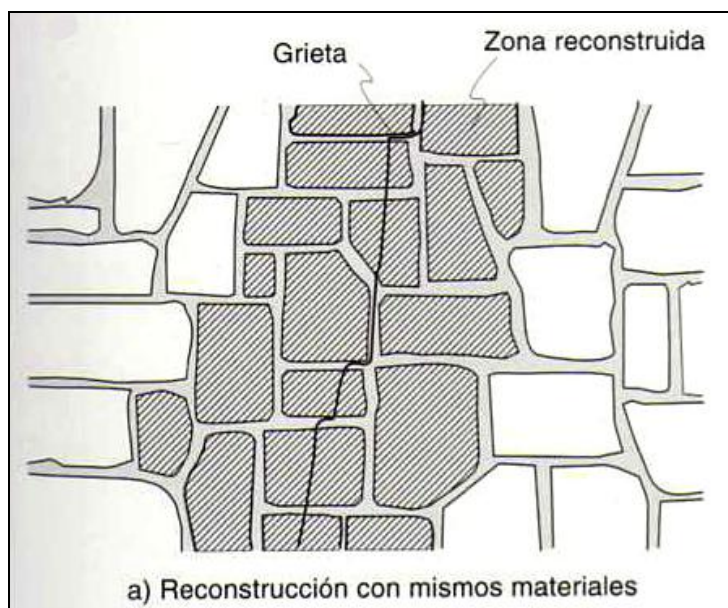


FIG. 2.56, Reconstrucción con los mismos materiales. (Meli, 1998:152)



FIG. 2.57, Reconstrucción con otros materiales (Meli, 1998:152)

### Inserción de piezas metálicas.

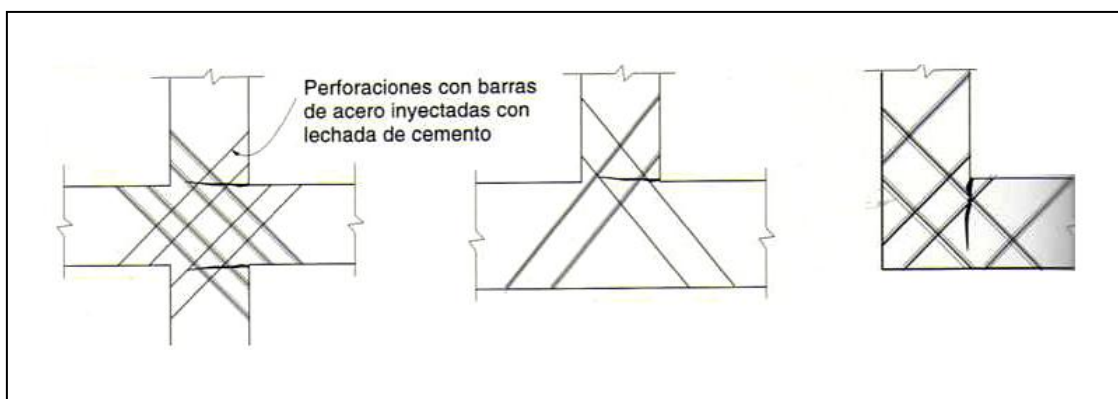
Cuando un muro ha perdido o no existe una buena conexión entre sus elementos constitutivos, es posible introducir en él piezas metálicas para su reforzamiento. Es importante evitar la corrosión del metal, especialmente por los daños asociados a esta agresión; por lo mismo es preferible utilizar acero inoxidable en la reparación.





## Costuras Armadas

En el caso de daño de albañilería de ladrillo por grietas parciales en vertical y diagonal, es posible operar con barras de acero corrugadas insertadas en el muro por ambas caras, conectadas entre sí, inyectadas con lechada de cemento, a fin de completar todos los intersticios de la albañilería. La dirección de los refuerzos depende del objetivo requerido. Por ejemplo la conexión de un muro respecto de otro perpendicular, o bien, dotar de resistencia a tracción a sectores deteriorados en un muro de albañilería.



**FIG. 2.58,** Costuras armadas. Una distribución adecuada de las barras permite conectar varios elementos entre sí.  
(Meli, 1998:152)



**FIG. 2.59,** Grietas producidas por terremoto del 27 de Febrero de 2010 en Iglesia de Santo Domingo, V Región, Chile. Se trataron con el procedimiento de costuras armadas. Imagen propia. Marzo 2010.





## Retícula Cementada.

Cuando las costuras armadas constituyen el refuerzo de una extensa zona del muro de albañilería, se llega a alterar básicamente el comportamiento del paramento, semejante al hormigón armado, resistiendo tracción y corte; pasa a configurar lo que se denomina *retícula cementada*. Esta técnica de reforzamiento también es apropiada cuando se requiere de un aumento considerable en la resistencia a carga vertical. Igual que en las Costuras Armadas, la inyección de lechada debe ser rigurosa.

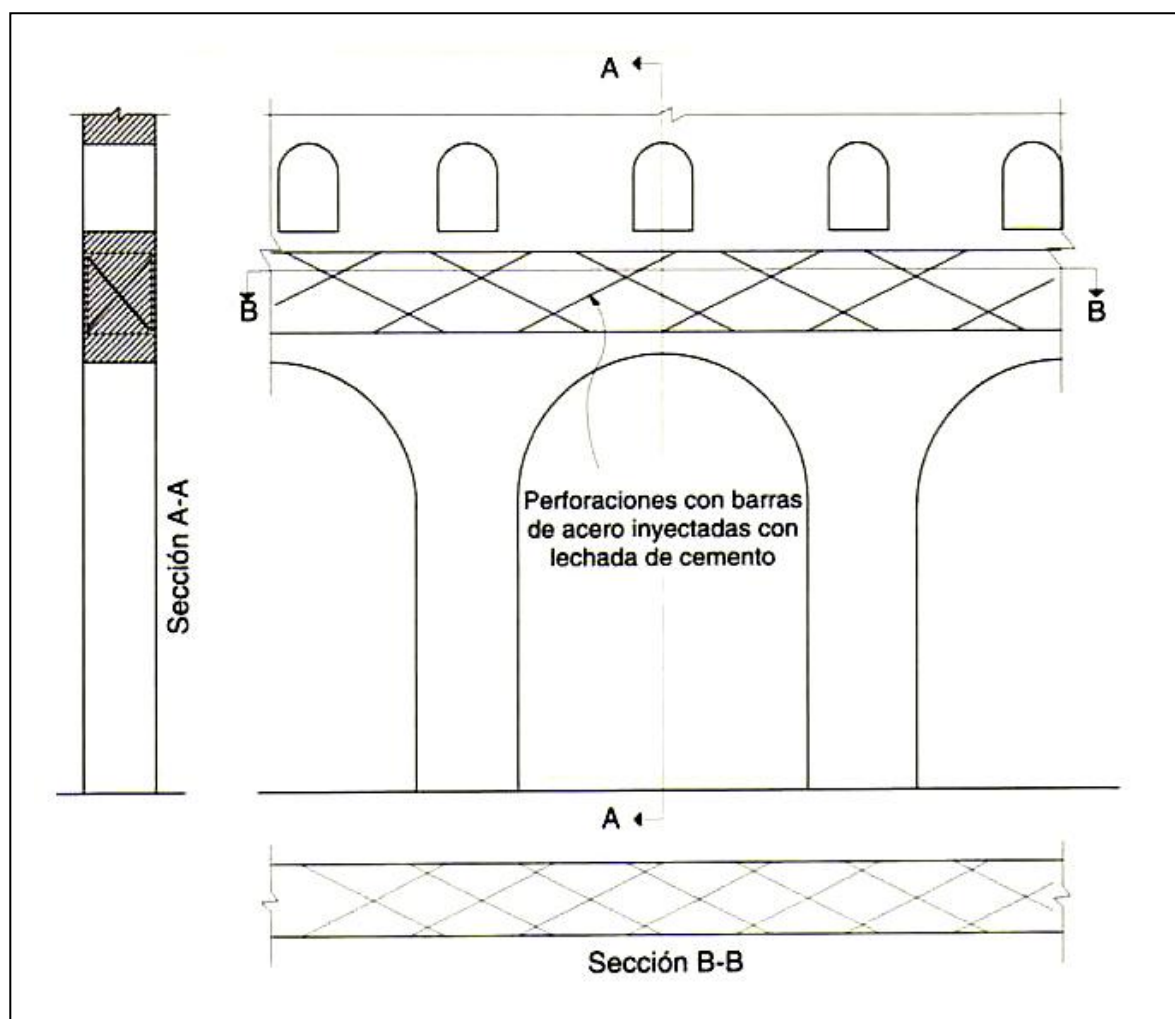


FIG. 2.60, Retícula cementada (Meli, 1998: 153)



## Tensores o Tirantes Metálicos

Esta solución es más usada en la estabilización de arcos y bóvedas, ocasionada por la abertura de dichos elementos. En cúpulas se utiliza bandas de acero por el extradós para evitar su visibilidad. (Meli, 1998:153). En arcos y bóvedas los tensores se disponen a la altura de los arranques, atravesando su luz o claro. Los anclajes de los tensores deben evitar la concentración de tensiones en puntos críticos. Esta solución es apreciada por restauradores por su reversibilidad, ya que si se aprecia evidencias de mal desempeño, es posible modificar la pieza o sustituirla por otra solución sin dañar el muro de ladrillo.

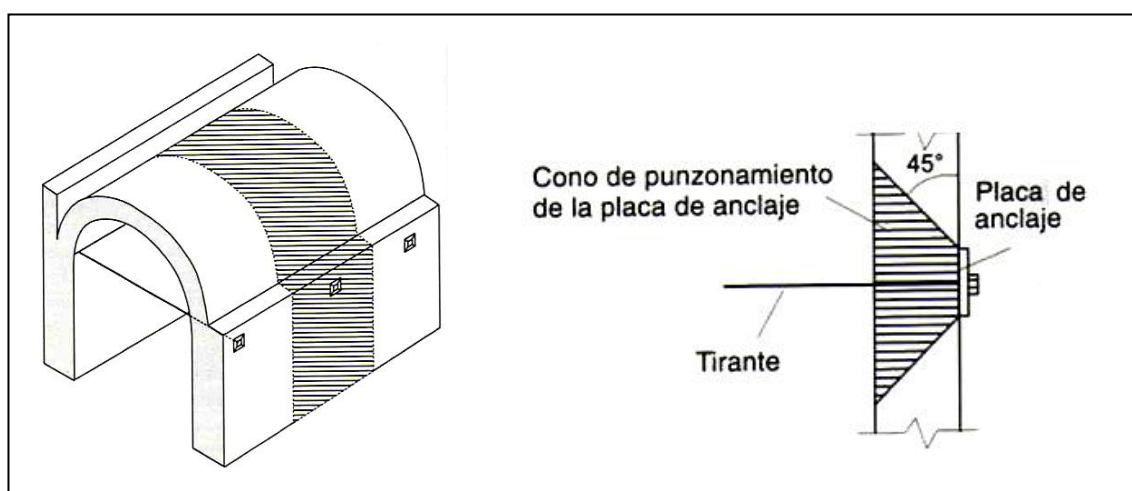


FIG. 2.61, Tirantes externos. (Meli, 1998: 154)<sup>71</sup>

### 2.3.4. Características del modelo en estudio

El tipo de edificación en estudio, para permanecer en el tiempo luego de tantos sismos severos, presenta numerosas características, las más relevantes son: pequeños vanos de puertas y ventanas, ubicados lejos de las esquinas y de encuentros de muros, así como arriostramientos (muros perpendiculares) a poca distancia que reducen la luz en la flexión lateral. Cuentan con cuantiosas particularidades muy bien representadas por observaciones recogidas por los organismos IAEE y NICEE<sup>72</sup> :

<sup>71</sup> La colocación de los tirantes evita la inserción de complejos equipos de perforación

<sup>72</sup> INTERNATIONAL Association for Earthquake Engineering (IAEE) Japan and NATIONAL Information Center of Earthquake Engineering (NICEE) India. (IAEE, 2004:8)





- Las aberturas deberían distanciarse de las esquinas como mínimo  $\frac{1}{4}$  de la altura del vano y como mínimo 60 cm.
- La longitud total de vanos no debería superar el 50% del largo del muro entre arriostramientos en un piso, 42% en dos pisos y 33% en tres pisos.
- La distancia horizontal entre dos vanos no debería ser inferior a la mitad de la altura de la abertura más pequeña, ni menor a 60 cm
- La distancia vertical entre dos vanos no debería ser menor a 60 cm, ni menor a la mitad del ancho de la abertura menor.
- Cuando no se cumpla las recomendaciones indicadas, los vanos deberán ser enmarcados o reforzados con varillas.
- Los dinteles que se originan entre dos vanos representan zonas vulnerables del muro sometido a fuerzas laterales y es posible que se generen grietas en diagonal por tal efecto.
- Si existe una mala conexión de muros y cubierta, es posible que se dañen las murallas formándose grietas de tracción y separación entre paramentos. Además se podría generar problemas en techumbre y entrepisos.
- Cimentaciones mal conectadas a los paramentos resistentes también pueden originar daños en muros.
- Fallas en terrenos, que pudiesen generar problemas a cimientos de poca profundidad; asentamientos diferenciales de terreno, especialmente por licuefacción de arenas, o deslizamientos en laderas intervenidas.
- Grietas por torsión, debidas a irregularidades o asimetrías de trazado en planta.
- Bajo sismos prolongados podría eventualmente ampliarse grietas existentes, existir colapso parcial por pérdida de albañilería, desplome de reforzamiento de vanos, caída de aleros, separación de esquinas, caída parcial o total de techumbre o su deslizamiento.
- Las mejores resistencias a tracción y corte, se obtienen en muros con morteros ricos en cemento o cal.
- Mientras mayor sea la excentricidad de la carga vertical sobre un muro, menor será su resistencia.





- En pruebas sobre muros de ladrillo combinando esfuerzos de tracción con corte, muestran que su resistencia al corte disminuye cuando actúa la tracción.
- En ensayos sobre muros combinando esfuerzos de compresión con corte, indican que su resistencia al corte aumenta cuando actúa bajo compresión.
- Para mejorar adherencia en la albañilería, las juntas verticales deberían entrelazarse línea por línea
- Es conveniente reforzar horizontalmente los muros para esfuerzos perpendiculares a su plano, para mantener la verticalidad del muro.

### **Densidad estructural en planta**

Las edificaciones de albañilería simple resisten muy bajos esfuerzos en tracción; estos esfuerzos generados por movimientos sísmicos pueden ser resistidos muy razonablemente cuando la cantidad de muros y columnas ocupan gran parte de la planta. Es el concepto de densidad estructural. Esta consideración es calculable y perceptible al marcar en negro los elementos soportantes de un edificio en planta. Un edificio histórico como el Taj Mahal ocupa aproximadamente un 50% de densidad estructural, el Partenón un 25%, la Catedral de Chartres un 15%; el edificio Monadnock de 16 pisos, construido en albañilería el año 1889 en Chicago, con muros de espesores 1,80 m en planta demolido a principios de siglo XX, tenía un 15% y edificios de gran altura en la actualidad apenas alcanzan un 2%, debido al uso de materiales dúctiles. (Meli, 1998: 50).



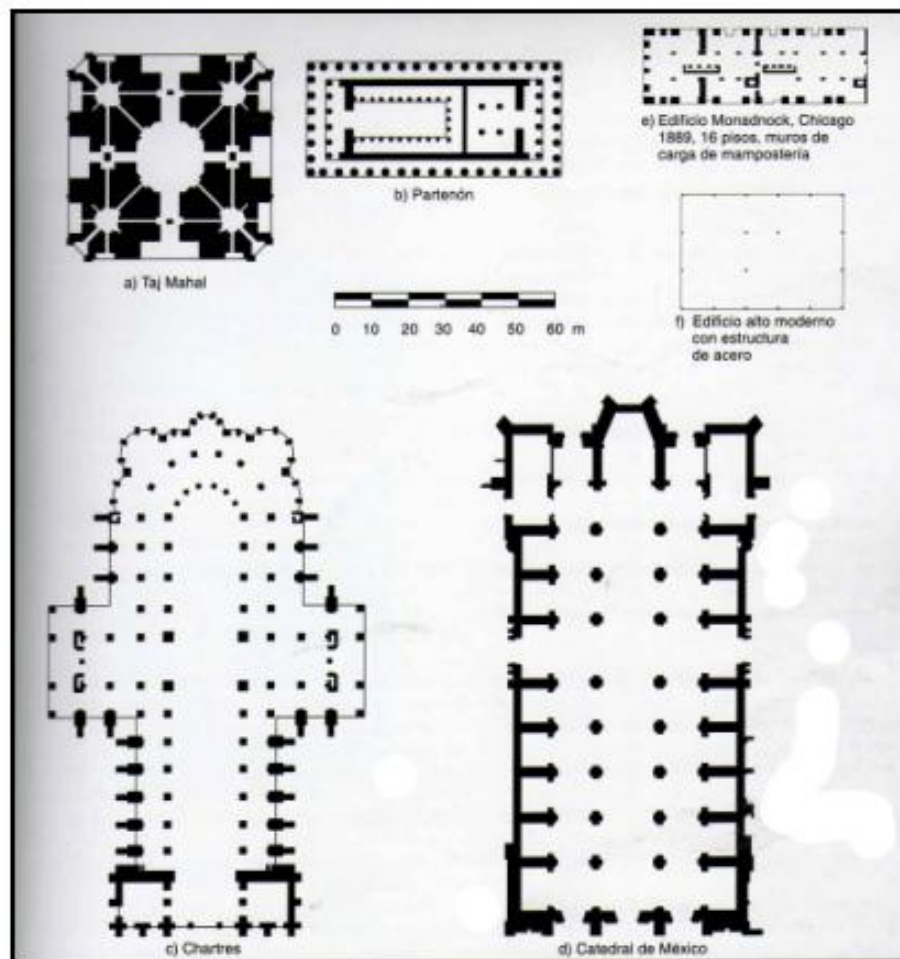


FIG. 2.62, Densidad estructural en planta (MELI, 1998:51)

Una de las casas en estudio, la denominada tipo C, del conjunto Elías de la Cruz, (dos pisos) tiene una densidad estructural en planta de 11,59% por piso, sin considerar el aporte de tabiques estructurales de madera.



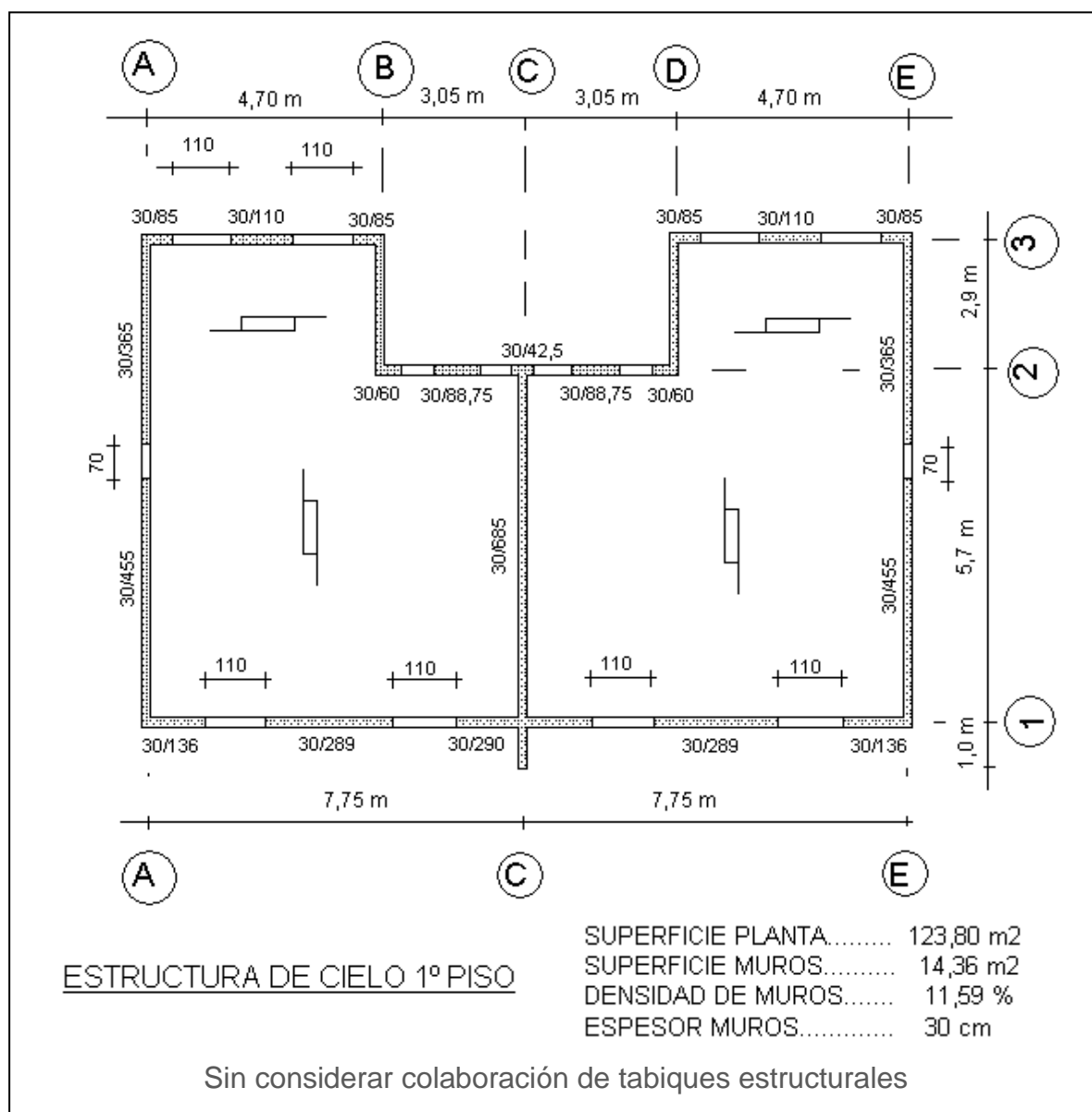


FIG. 2.63, Dibujo propio. Elías de la Cruz. Casa tipo C.







## 2.4. MÉTODOS DE EVALUACIÓN DE MUROS DE ALBAÑILERÍA SIMPLE UTILIZADOS EN LA TESIS.

### Ladrillos de Arcilla cocida.

Los ladrillos artesanales utilizados en los conjuntos en estudio presentan una diversidad de tamaños; los más usados durante el siglo XX fueron:

- El fiscal de 30cm de largo, 15 cm de ancho y 7 cm de alto
- El muralla de 40 cm de largo, 20 cm de ancho y 7 cm de alto

Se cortan en el suelo y se rellenan con barro amasado sobre ciertos marcos usualmente de madera, previamente confeccionados de las medidas requeridas. La tierra no debe ser excesivamente arcillosa pues se agrieta al secarse. A la mezcla se agrega arena, cáscara de arroz o guano seco de animales, de modo que actúen como desengrasantes. La cocción es muy irregular; se realiza en una pirámide ejecutada con las unidades llamadas *chonchón*, obteniéndose en este proceso diversas calidades de ladrillos. En la actualidad, aunque se sigue fabricando este tipo de ladrillos, ha dejado de realizarse en la ciudad de Santiago por la contaminación ambiental que producen.

### Albañilería Simple

*“Es aquella albañilería que no presenta ningún refuerzo vertical. Puede o no tener refuerzos horizontales (cadenas).”* (Marchetti, 1990:9)

Tensiones admisibles para el ladrillo chonchón:  
(Formando parte de albañilería simple)

- |   |   |
|---|---|
| • Tensión característica (límite ruptura)   | $f_{mk} = 15 \text{ kg/cm}^2$               |
| • Tensión admisible por compresión efectiva | $f_{md} = 5 \text{ kg/cm}^2$                |
| • Tensión admisible por cortante            | $v = 0,5 \text{ kg/cm}^2$                   |
| • Módulo de elasticidad                     | $E = 5000 \text{ a } 20000 \text{ kg/cm}^2$ |
| • Peso específico                           | $P = 1600 \text{ kg/m}^3$                   |





## Normas en uso

- Ordenanza General de Construcciones y Urbanización.
- Se encuentra fuera de la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización. Se obliga a confinar todos los vanos, esto es, enmarcarlos con hormigón armado. Se debería seguir la norma chilena Nch 2123- 1997, modificada en 2003 Albañilería Confinada. Requisitos de diseño y cálculo.
- Nch 433- 1996, diseño sismorresistente de edificios, modificada en 2009 y 2011. Esta norma restringe el cortante basal, pues al no ser un material aceptado, aplica un gran coeficiente sísmico. Factor de modificación de respuesta  $R=3$ . Se empleará el método de fuerzas laterales equivalentes o Método estático. El esfuerzo de corte basal  $Q_o = C * I * P$ , en que  $C$  es coeficiente sísmico,  $I$  es factor de importancia (se usará 1) y  $P$  se obtiene multiplicando volumen por peso específico. Entonces se tiene  $C_{\text{máx}} = (0,60 * S * A_o) / g$ , donde  $S = 1,0$  (para suelo tipo II ó B) y  $A_o = 0,30g$  para zona sísmica en Ñuñoa. Por lo tanto  $C_{\text{máx}} = 0,18$
- Nch 432- 2010 especifica acciones del viento
- Nch 431- 1977, especifica sobrecargas de nieve
- Nch 1537- 2009, especifica cargas permanentes y sobrecargas de uso para edificaciones.

El diseño de la albañilería se verificará como peso propio más sobrecarga

### 2.4.1. Evaluación de la albañilería simple basada en el Método Estático

Se evaluará flexión compuesta y corte en el sentido del plano de los muros. La zona de Ñuñoa presenta, para todos los casos, mayor restricción a sismos que a viento. Por lo tanto se utilizará el método de análisis sísmico basado en el cálculo del cortante basal ( $Q_o$ ), distribuido a ejes estructurales, mediante entrepisos flexibles. La suma de fuerzas  $H$  en dirección “X” de la planta, será igual a la suma de fuerzas  $H$  en dirección “Y” de la planta y equivaldrán al cortante basal total de la edificación.

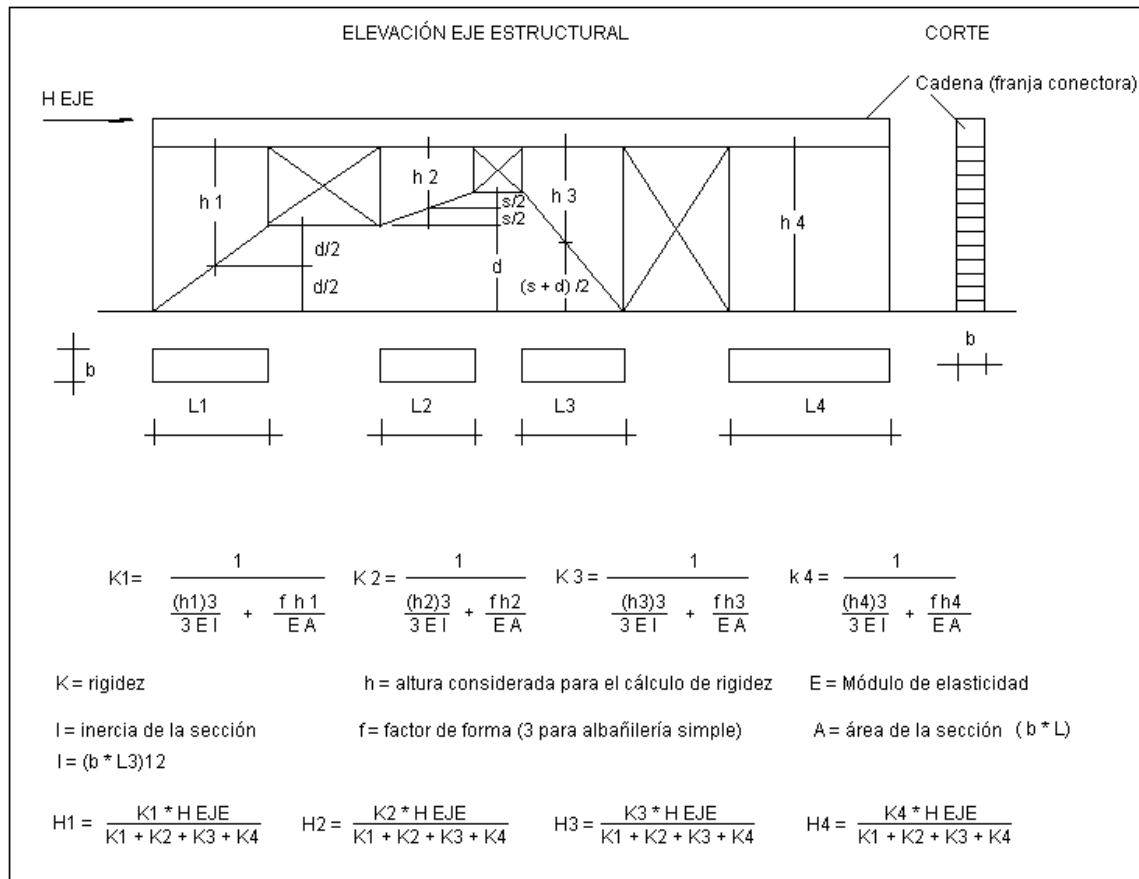
### Obtención de fuerza horizontal (H) en el sentido de los planos

Los entrepisos flexibles operan distribuyendo esfuerzos horizontales “H” por ejes estructurales, de modo que todos los ejes en dirección “X” de una planta asumirán la totalidad del cortante basal  $Q_o$ , del mismo modo que lo harán los elementos en





dirección “Y” de la misma planta. La fuerza sísmica “H” de cada eje se redistribuirá a los muros contenidos en dicho eje (elementos amarrados a la cadena o al conector de ladrillo) proporcional a las rigideces de cada muro, como se indica en la figura respectiva. Finalmente se procede a la evaluación de flexión compuesta y corte de cada muro dentro de su respectivo eje estructural. La tensión admisible en cada tipo de trabajo no debería ser excedida.



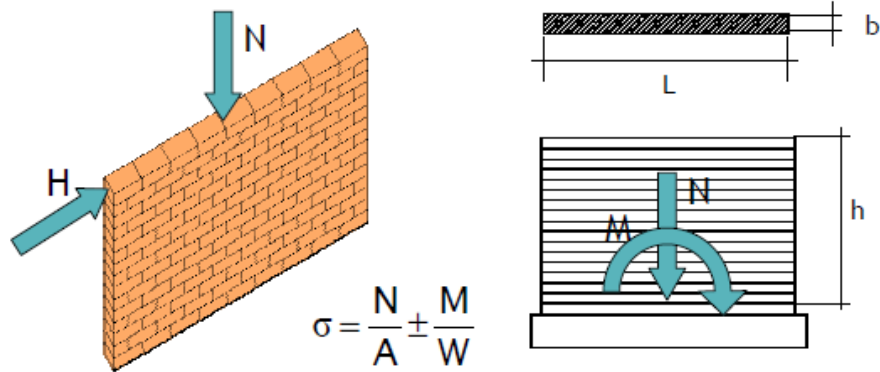
**FIG. 2.64,** Distribución de fuerza sísmica (H) según rigideces de elementos conectados a la cadena de hormigón armado (hay casos en que no hay cadena y por lo tanto el elemento conector es una franja horizontal de albañilería. Fuente propia.





## EVALUACION

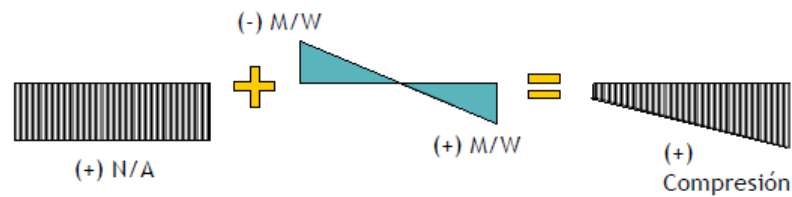
### Flexión compuesta



- N = Carga Normal total incluido peso propio del muro.
- A = Área de la sección en planta.
- M = Momento volcante calculado en la base del muro.
- W = Momento resistente de la sección de muro.

FIG. 2.65, (Veas, 2007: 13)

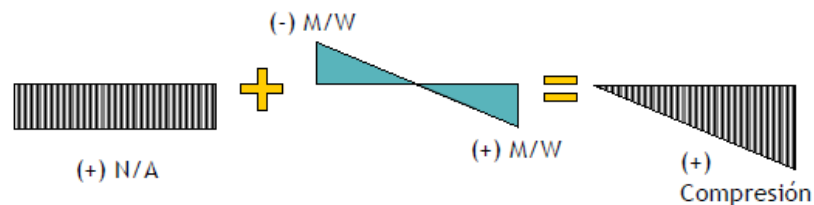
$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$



- La albañilería está en equilibrio, siempre que no pase de la tensión límite.

FIG. 2.66, (Veas, 2007: 14)

$$\sigma = \frac{N}{A} \pm \frac{M}{W}$$



- La albañilería está en equilibrio, es el caso límite, ya que se está al borde de la aparición de tracciones.

FIG. 2.67, (Veas, 2007: 15)



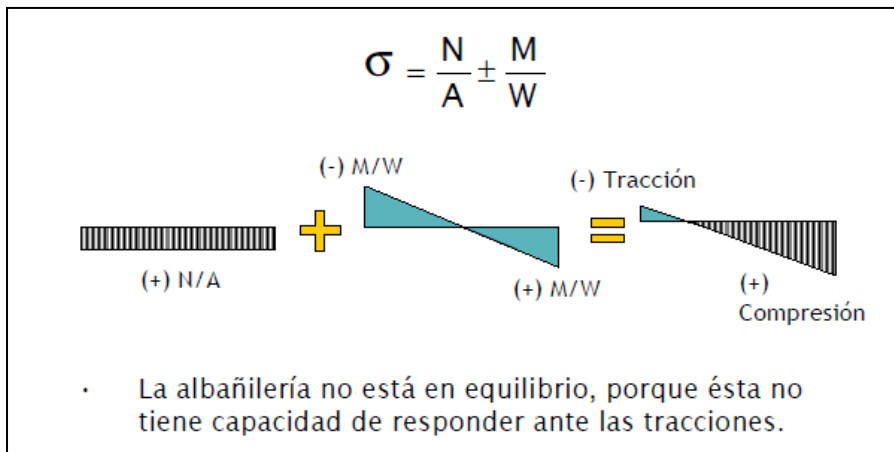


FIG. 2.68, (Veas, 2007: 16)

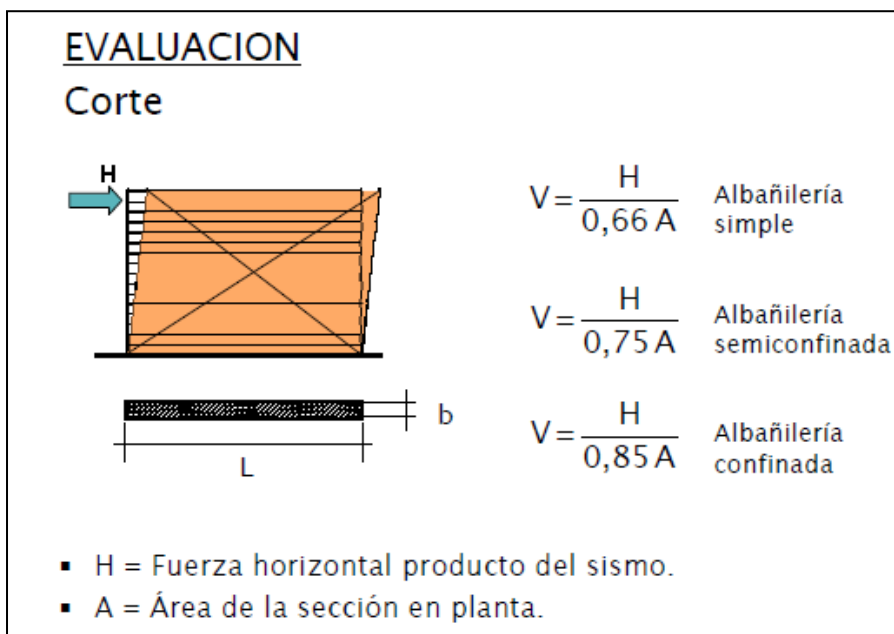


FIG. 2.69, (Veas, 2007: 17)

## 2.4.2. Evaluación de la albañilería simple. Método Modal Espectral.

Siguiendo con la normativa actual que rige al territorio chileno, mencionada en el análisis anterior se procedería al cálculo de los períodos de la estructura. Se obtendrá inicialmente del análisis modal del software de elementos finitos; luego estos periodos serán analizados de acuerdo a lo estipulado en la NCh 433 Of. 96 modificada el 2011 “Diseño Sísmico de Edificios” según el método modal espectral. La modelación comienza con un requerimiento específico, que es simplificar el análisis estructural mediante un software estructural a base de elementos finitos. Luego de contar con la estructuración definida y simplificada, se inicia el empleo del software de la siguiente forma:



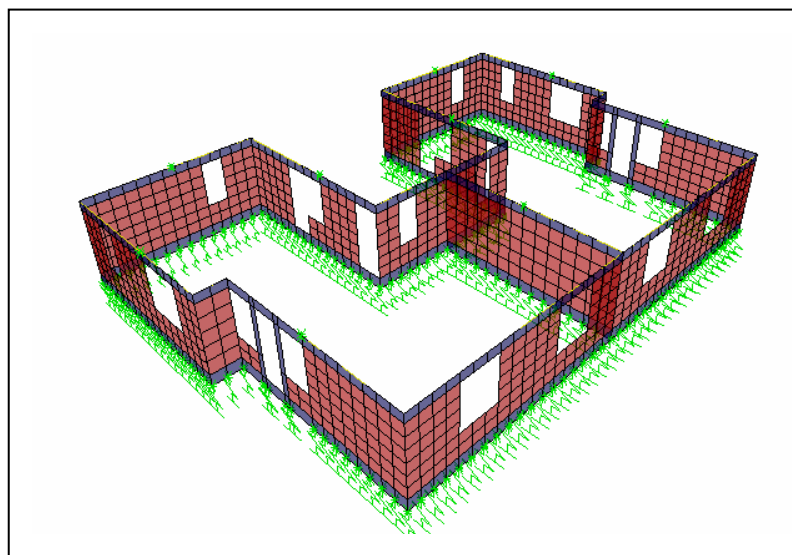


En primera instancia se ingresan las propiedades, tanto físicas como mecánicas del material, que en este caso corresponde a albañilería y hormigón armado (vigas, cadenas, vigas de sobrecimientos y fundaciones).

Para la realización del modelo, se procede a dibujar los elementos Shell<sup>73</sup> que componen los muros de albañilería, vigas, cadenas y vigas de sobrecimientos.

Con los periodos (asociados a los modos con mayor masa trasnacional según dirección de análisis) encontrados y todos los demás parámetros, se determinan las solicitaciones sísmicas de acuerdo a la NCh 433 Of. 96 MOD. 2011 “Diseño Sísmico de Edificios”, que será cargado en el software de elementos finitos y asociado a las masas participantes, de acuerdo a la que indica esta norma un 100% del peso propio.

Según este análisis, realizado con una normativa extremadamente exigente, la mayoría de los casos necesita una armadura de acero en bordes de 10 mm de diámetro, sin necesidad de armadura de refuerzo vertical y horizontal; sin embargo la normativa exige el refuerzo.



**FIG. 2.70,** Vista de isométrica de estructura de dos casas pareadas. Conjunto La Colmena. Modelación realizada por Richard Vásquez

<sup>73</sup> En informática, el término *shell* se emplea para referirse a aquellos programas que proveen una interfaz de usuario para acceder a los servicios del sistema operativo. Estos pueden ser gráficos o de texto simple, dependiendo del tipo de interfaz que empleen. Los shells están diseñados para facilitar la forma en que se invocan o ejecutan los distintos programas disponibles en el computador. Disponible en:  
<http://blog.desdelinux.net/que-es-un-shell/>







## 2.5. MÉTODOS DE ANÁLISIS SÍSMICO PARA MUROS DE FÁBRICA

### Generalidades

Desde fines del siglo XX ha habido un importante avance en métodos experimentales y analíticos para calcular sísmicamente edificios antiguos. Estructuras complejas son llevadas a programas computacionales (Meli, 1998: 71). Sin embargo, cabe destacar la importancia del conocimiento de las estructuras y su comportamiento, pues con frecuencia los datos que requiere un programa computacional deben ser manejados por alguien experimentado en edificios históricos y sus sistemas constructivo estructurales, así como en la interpretación de los resultados, ya que de lo contrario, se podría incurrir en graves errores de cálculo.

Un modelo analítico representativo implica identificar la estructura y su geometría. La modelación de edificios de hormigón armado, compuestos por elementos estructurales de geometría regular como vigas, columnas, losas y muros es una tarea de menor envergadura que aquella de los edificios históricos, en que no siempre es identificable la estructura, sus continuidades y elementos de apoyo; es factible que los elementos constituyentes de la estructura estén simplemente apoyados y es muy posible que existan rotaciones relativas en la zona de contacto.

En los edificios históricos, no tiene dificultad determinar la resistencia debida a pesos propios y sobrecargas. La dificultad radica en el enfrentamiento de la estructura a cargas sísmicas, hundimientos de terreno y/o cambios de temperatura, ya que se presenta una posible inestabilidad, grietas y se hace crítica la discontinuidad de materiales.

### 2.5.1. Método basado en el Equilibrio de Fuerzas.

En edificios históricos es posible distinguir la trayectoria que siguen los elementos estructurales al apoyarse unos sobre otros; cuando dichos elementos se encuentran sobrepuestos, las conexiones no son capaces de restringir la rotación en sus extremos. Cuando esto sucede, se puede deducir que la estructura es isostática y se calculan directamente las cargas sobre el elemento en que actúan. En algunos casos, cuando se determina que en rigor no son isostáticos, éstos podrían simplificarse como tales. (Meli, 1998: 73).





El análisis de esfuerzos sobre muros se realizará en el cálculo de casos, como cargas axiales de peso propio y gravedad sobre paramentos y como fuerzas laterales de sismo, tanto en el sentido de sus planos como perpendicular a ellos. Como el equilibrio de fuerzas sería insuficiente para llevar a cabo este cálculo, se adicionarán ecuaciones que aporten condiciones de continuidad o de compatibilidad de deformaciones y de características de rigidez del material

Un edificio tridimensional es modelado como una sucesión de sistemas planos independientes. El problema de este análisis radica en los supuestos de interacción entre planos y en los supuestos de continuidad entre elementos que podría ser una interpretación errada para el cálculo.

La importancia de este método, (Heyman, 1995: 95) radica en que si la trayectoria de fuerzas encontrada cumple con el equilibrio y no se vulneran condiciones de resistencia del material para un estado de cargas determinado, es garantía suficiente de estabilidad. Este análisis se conoce con el nombre de *condición de estado límite o plástico*, pues se supone que la capacidad real de carga es mayor que la utilizada en la exploración. Por lo tanto, si un conjunto de fuerzas internas se encuentra en equilibrio con las fuerzas externas, cargas y reacciones y en ningún punto de la estructura se vulneran límites de resistencia del material, se puede garantizar una seguridad estructural en esa edificación. (Meli, 1998: 75)

### 2.5.2. Método basado en el Análisis Elástico Lineal.

Métodos elásticos son aquéllos que basan su fundamento en que el material estructural cuenta con un comportamiento lineal, ya sea para esfuerzos axiales de compresión o de tracción y por lo tanto sus deformaciones aumentan proporcionalmente a los esfuerzos que actúan sobre ellos. (Meli, 1998: 82)

Siguiendo este principio, en un material de comportamiento lineal se puede observar que se cumple:

1. Condiciones de equilibrio de fuerzas externas e internas.
2. Condiciones de compatibilidad de deformaciones.

Sin embargo, el comportamiento de la albañilería de ladrillos no se ajusta plenamente a esta hipótesis, primero porque el material tiene escasa resistencia a tracción, por lo que se encuentra sujeta a agrietamientos que causan deformaciones diferenciadas en los paramentos.





También se deberá considerar que la distribución de esfuerzos no es homogénea a causa de:

- Diferencias de temperatura, deformaciones variadas en el mortero y rotaciones en los apoyos.
- Diversidad de propiedades del muro en sus componentes, considerando cualquiera de sus partes.

Por lo tanto, los resultados de este análisis no serán plenamente representativos de los esfuerzos y deformaciones reales de un paramento de albañilería de ladrillos, especialmente si se encuentra sometido a cargas que pudiesen generar flexiones de magnitud considerable. (Meli, 1998: 82)

Desde una época anterior a la difusión de computadoras, los métodos de análisis se basaban en descubrir funciones matemáticas representativas de la geometría, condiciones de carga, propiedades mecánicas y respuesta de un determinado material; estas opciones para manejar datos, eran conocidas como soluciones “cerradas”<sup>74</sup> y el esfuerzo matemático requerido implicaba muchas horas dedicadas al cálculo. Así todo, este método era aplicable a estructuras de cierta regularidad y sencillez.

Aparte de las soluciones cerradas, se utilizaba métodos numéricos consistentes en manejar datos supuestos y comprobarlos en aproximaciones sucesivas, de modo que el error de la solución tienda a cero. Sin embargo, como en el caso anterior, el problema radicaba en la gran cantidad de operaciones requeridas, especialmente en estructuras de gran complejidad. Esto dejó de ser problema cuando se difundió el uso de computadoras, capaces de realizar operaciones complejas a gran velocidad.

La tendencia actual es recurrir a análisis capaces de resolver diversos cálculos estructurales, producto de variadas solicitaciones, utilizando el mismo procedimiento. Se trata de la técnica del *elemento finito*, que se basa en la fragmentación de la estructura en una gran cantidad de partes, en las cuales se debe establecer ecuaciones de equilibrio y deformación; luego se constituyen condiciones de compatibilidad en nudos comunes a dos o más elementos.

<sup>74</sup> Solución cerrada o matemáticamente exacta, que sea capaz de representar la geometría, condiciones de carga, propiedades mecánicas y respuesta en el análisis de una estructura. (Meli, 1998: 82)





A pesar de la gran ventaja de estos avezados programas, no se debe descuidar la gran experticia que deberá tener quien maneje la introducción y salida de datos en el cálculo de edificios de albañilería, pues la interpretación de los mismos demanda conocimiento de materiales, comportamiento estructural, técnicas constructivas e historia de la edificación y de sus intervenciones.

Según Meli, en los planteamientos elásticos se espera el cumplimiento de condiciones de equilibrio y compatibilidad de esfuerzos y deformaciones. El problema no radica en el equilibrio, sino en la compatibilidad de esfuerzos, deformaciones y desplazamientos de la estructura. Con una adecuada interpretación, se podrá obtener esfuerzos y deformaciones promedio, pero no necesariamente valores locales de fiar.

### **2.5.3. Método basado en el Análisis no Lineal.**

Los métodos elásticos de análisis mencionados adolecen de no distinguir el comportamiento no lineal de la albañilería, enunciado por el agrietamiento de sus partes al no resistir tracción. Un comportamiento lineal se basa en que las propiedades de los materiales para resistir compresión o tracción son equivalentes y se mantienen invariables para distintos regímenes de carga.

Lo anterior deja de ser problema cuando se configura un modelo de análisis estructural que sea capaz de considerar un comportamiento lineal en compresión y resistencia nula en tracción; éste será un análisis no lineal, pues al aumentar la sollicitación crecerá la tracción y será necesario alterar las características del modelo cada vez que ocurra un incremento de carga.

Si se considera operar con elementos finitos, un procedimiento utilizado es el de conectar los elementos con resortes que no resisten tracción, de modo que cuando ocurre ese tipo de esfuerzo, inmediatamente se desconectan los elementos. Se recomienda elaborar una malla fina de elementos para las zonas críticas del modelo; el distanciamiento continuo de elementos reproducirá la propagación de grietas. El problema de estos procedimientos es que no representan las concentraciones de esfuerzos en los extremos de las grietas. Por lo anterior, la idea es confeccionar modelos que puedan concebir zonas generalizadas de agrietamiento por esfuerzos





de tracción, en que se ha modificado las propiedades de los elementos, para considerar el agrietamiento. Se rebaja las capacidades de rigidez según el nivel de esfuerzos. Existen otros planteamientos que consideran grietas discretas, pero hacen más compleja la operación numérica. Así todo la modelación resulta bastante dificultosa y no es comúnmente utilizada para edificaciones comunes, sino en investigación.

Se ha privilegiado el uso de análisis elásticos iterados, en que se modifica las propiedades de rigidez de algunos elementos del modelo. Las modificaciones se obtienen de los resultados del primer análisis elástico de la estructura original, en que se detecta las zonas débiles o traccionadas, deduciendo aquéllas que habría que alterar. Otro modo de enfrentar estos proyectos es deducir las zonas agrietadas, detectadas por observación del modelo real.

Por último, es posible confeccionar de partida un modelo de comportamiento lineal de una estructura y luego identificar zonas de esfuerzo crítico, para luego elaborar modelos específicos en los que se practique análisis no lineales o bien exploraciones lineales pero con propiedades corregidas. (Meli, 1998:85)

#### **2.5.4. Método basado en Análisis Dinámico.**

La acción de sismos o vientos sobre las edificaciones es un efecto dinámico sobre las mismas; muchas veces esta acción es considerada como un efecto constante sobre las construcciones, lo cual no es real; se suele considerarlas como cargas estáticas equivalentes: presiones laterales uniformes para viento y fuerzas de inercia concentradas para el sismo. (Meli, 1998: 88)

Para estudios dinámicos verdaderos aplicados a modelos de gran rigidez, como los edificios de albañilería simple de ladrillos, es posible recurrir a modelos de elementos finitos. Generalmente los programas computacionales utilizados para análisis estáticos, incluyen opciones para análisis dinámicos; se usa el mismo modelo geométrico agregando datos de propiedades de masas y amortiguamiento y las ecuaciones a considerar son de equilibrio dinámico con particularidades de inercia, rigidez y amortiguamiento. Se deberá efectuar estudios para determinar las





frecuencias y modos de vibrar del edificio, lo cual aporta las características dinámicas del modelo y su comportamiento ante diversas vibraciones aplicadas.

También se utilizan análisis de tipo espectral, en que se calculan los máximos de respuesta en los principales modos de vibrar, que se superponen de modo que se puede considerar el máximo de respuesta total. Igual que en los análisis anteriores, el comportamiento no lineal de las edificaciones de albañilería de ladrillo, que debe considerar el escaso trabajo de la estructura en tracción, ha hecho que se confeccionen programas de computación considerando el cambio de propiedades de los materiales para conseguir medianamente el efecto de la acción dinámica sobre la edificación, sin embargo la interpretación de resultados es tan compleja que requiere conocimiento y experiencia en el manejo de datos de entrada y salida del programa computacional.

*“La estructura dinámica de una estructura de bloques no está regida por las ecuaciones clásicas de equilibrio dinámico que suponen que el movimiento de la estructura es debido a la deformación del material. Aquí el material puede considerarse infinitamente rígido, y el movimiento de la estructura como debido exclusivamente a rotaciones y traslaciones en las juntas entre los bloques. La ecuación diferencial de equilibrio dinámico debe plantearse en función de un mecanismo cinemático que defina los puntos de rotación”. (Meli, 1998:90)*







### **2.5.5. Métodos de Análisis Sísmico establecidos por la Norma Chilena Nch 433 de 1996 modificada en 2009 y 2011**

La norma chilena Nch 433 “Diseño Sísmico de Edificios” considera dos métodos para obtener esfuerzos en una estructura durante un sismo: el Método de análisis estático y el método de análisis modal espectral.

#### **2.5.5.1. Análisis Estático.**

El análisis estático es válido para edificios que no sobrepasen 15 pisos de altura y que presenten características de regularidad estructural (Riddell, 2001:444). Establece el esfuerzo de corte basal ( $Q_0$ ) y supone idealmente que la acción sísmica puede ser representada por un conjunto de fuerzas horizontales de naturaleza estática cuya suma es equivalente al esfuerzo de corte basal. Este método de análisis contempla la ductilidad de las estructuras mediante un factor de reducción  $R$  del espectro de diseño elástico, obteniendo así un conjunto de fuerzas horizontales de valor reducido.<sup>75</sup>

#### **2.5.5.2. Análisis Modal Espectral.**

Este análisis considera la evaluación de matrices de masa y rigidez lateral de la edificación, además del cálculo de sus modos de vibrar. Luego se determinan los valores máximos de las contribuciones de cada modo y se estima el valor máximo de respuesta, el cual se obtiene superponiendo continuamente las contribuciones de cada uno de los modos. Se basa en el desarrollo teórico para un espectro de diseño según la zonificación sísmica y características del suelo de fundación.

<sup>75</sup> “Se supone que la resistencia sísmica obtenida a través del diseño para estas fuerzas, permitirá que la estructura experimente desplazamientos inelásticos menores que los máximos que ella es capaz de desarrollar sin colapsar, frente a la eventualidad de un sismo de gran severidad” (Riddell, 2001: 452)





## 2.6. ANÁLISIS ESTRUCTURAL Y CONSTRUCTIVO DE TABIQUES INTERIORES DE LOS CONJUNTOS ESTUDIADOS

### 2.6.1 Análisis estructural de entramados horizontales en los conjuntos en estudio.

Las viviendas en estudio presentan todas, sin excepción, entrepisos o entramados horizontales flexibles de madera; las de un piso muestran endurmientado y envigado de cielo.

El endurmientado está a nivel de suelo y se apoya en vigas maestras o durmientes, los que se posan sobre poyos asentados sobre el terreno. En el caso de las viviendas, deben soportar al menos 200 kg sobre cada metro cuadrado de superficie. En general, las vigas maestras o durmientes distan aproximadamente 1,5 m entre sí y tienen una escuadría de 3" x 6". Dichas vigas descansan sobre poyos de hormigón, situadas a la misma distancia. La cobertura de cada envigado, corresponde a la separación entre los mismos y va desde 0,30 m hasta 0,45 m.

| kg/m <sup>2</sup> | m    | m   | kg*cm   | cm   | cm    | cm <sup>3</sup> | kg/cm <sup>2</sup> |
|-------------------|------|-----|---------|------|-------|-----------------|--------------------|
| q                 | dist | L   | Mom Máx | b    | h     | W               | Sigma adm          |
| 200               | 0,45 | 1,5 | 2531,25 | 7,62 | 15,24 | 294,96715       | 8,581464           |

**FIG. 2.71.** Ejemplo de endurmientado de 3" x 6" en que se obtiene su tensión admisible, bastante menor que la resistencia del roble en flexión: 11 Mpa, o sea, 110 kg/cm<sup>2</sup>. Piezas sobredimensionadas. Fuente propia

**ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198012006)**

OBRA:

ITEM:

Datos Generales

Lugar de Servicio: Santiago

Madera: Roble

Grado Resistente: Nº 4

Tipo de uniones: Clavos

☐ Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3)

☒ Carga Normal (10 AÑOS) ☐ Carga Eventual (1 DÍA)

| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |                |                |
|--|------|----------------|----------------|
|  |      | K <sub>H</sub> | K <sub>D</sub> |
| F <sub>r</sub>                           | 11   | 0,96           | 0,977          |
| F <sub>p</sub>                           | 6,6  | 0,96           | 0,977          |
| F <sub>cp</sub>                          | 8,3  | 0,96           | 0,977          |
| E <sub>r</sub>                           | 7900 | 0,97           | 1,000          |

Ef. dis = 76661,6 kg/cm<sup>2</sup>

**Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm**

Definidas por el Usuario

☐ Temperatura

☐ Humedad

Según Lugar

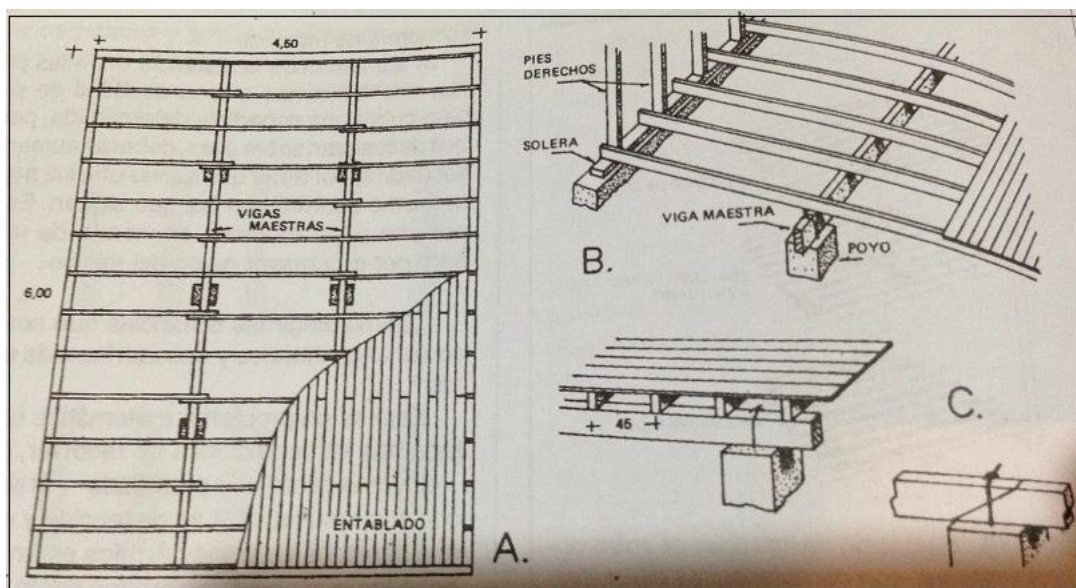
13,9° T° Servicio

14% H. Equil.

Datos usados por el ingeniero calculista Richard Vásquez

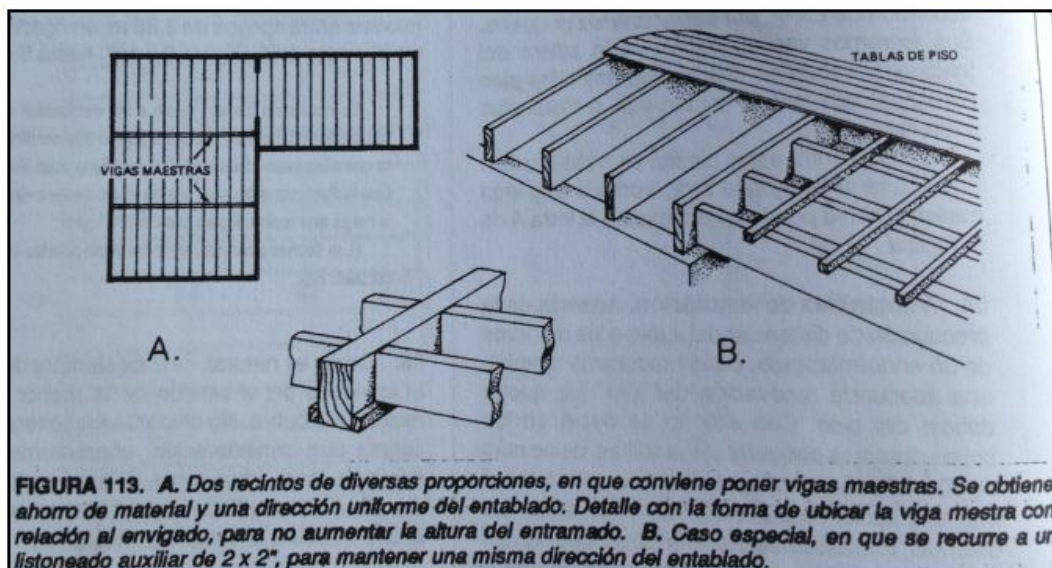
**FIG.2.72.** Tabla elaborada por el Ingeniero Calculista Richard Vasquez.





**FIG. 2.73,** El entablado de piso se apoya sobre el endurmientado; éste descansa sobre vigas maestras y éstas sobre poyos de fundación. El detalle C muestra unión de viga maestra con poyo de fundación. Usado en Chile antes de 1940. (GUZMÁN, 1990:108)

Las viviendas de dos pisos, además de lo anterior, exhiben envigado de piso; éste, denominado también “entrepiso, es el que sirve de separación entre un piso y otro de un edificio. Debe resistir la misma carga que el anterior, pero como por lo común no tiene apoyos intermedios, las vigas son de mayor altura” (GUZMÁN, 1990:106).



**FIGURA 113.** A. Dos recintos de diversas proporciones, en que conviene poner vigas maestras. Se obtiene ahorro de material y una dirección uniforme del entablado. Detalle con la forma de ubicar la viga maestra con relación al envigado, para no aumentar la altura del entramado. B. Caso especial, en que se recurre a un listoneado auxiliar de 2 x 2", para mantener una misma dirección del entablado.

**FIG. 2.74,** Formas de colocación de vigas maestras y envigados de entrepiso usados en Chile antes de 1940. (GUZMÁN, 1990:110)





El envigado de cielo, como su nombre lo indica, se encuentra debajo de la estructura de techumbre, salvando las mismas luces que ella, con la gran diferencia de recibir sólo las cargas provenientes de su propio peso.

Cualquiera sea el tipo de envigado, trabajará a la flexión. La separación entre los envigados no deberá ser mayor que 45 cm, puesto que los pavimentos utilizados son entablados y en general no muestran un espesor mayor a 1" (2,54 cm) (GUZMÁN, 1990:107)

Los envigados son resistidos por vigas maestras, que generalmente se distancian a 1,5 m, aunque es posible que se separen a distancias mayores. "Envigados de 2" x 8", hasta una distancia máxima entre apoyos de 3,80 m; envigados de 2" x 10", hasta 4,70 m y de 2" x 12", hasta 5,60 m. (GUZMÁN, 1990: 109)

$$q = 200 \text{ kg/m}^2 \times 0.45 \text{ m} = 90 \text{ kg/m}$$

$$M_{\text{MÁX}} = \frac{q L^2}{8} (100)$$

$$M_{\text{MÁX}} = \frac{90 \times 3.0^2}{8} (100)$$

$$M_{\text{MÁX}} = 10.125 \text{ kg} \cdot \text{cm}$$

$$W = \frac{5.08 \times 20.32^2}{6} = 349.59 \text{ cm}^3$$

$$\sigma = \frac{M}{W} ; \sigma = \frac{10.125 \text{ kg} \cdot \text{cm}}{349.59 \text{ cm}^3}$$

$$\sigma = 28.96 \frac{\text{kg}}{\text{cm}^2}$$

FIG. 2.75, Fórmulas para obtención de momentos (M), módulos de resistencia (W) y sigmas admisibles ( $\sigma$ ). Fuente propia

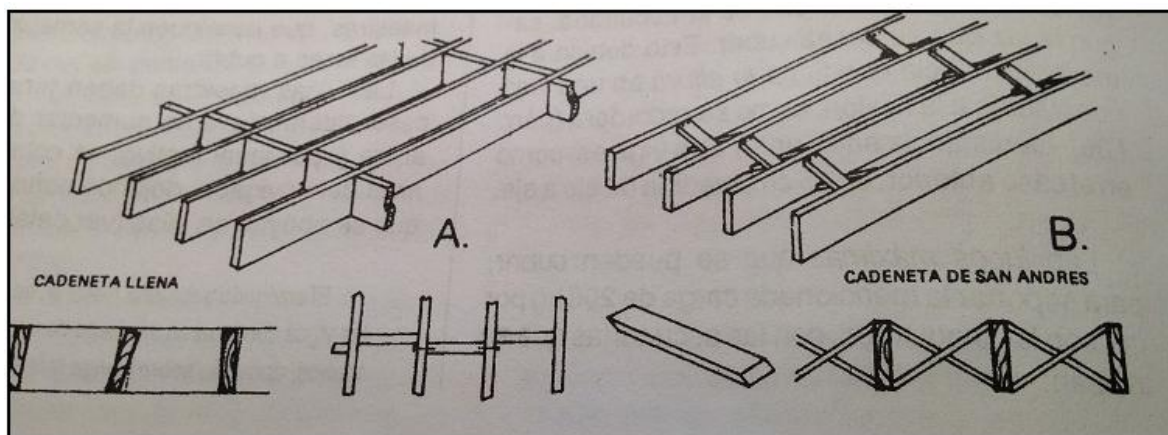
| pulgadas | kg/m2 | m    | m   | kg*cm    | cm   | cm    | cm3        | kg/cm2     |
|----------|-------|------|-----|----------|------|-------|------------|------------|
|          | q     | dist | L   | Mom Máx  | b    | h     | W          | Sigma adm  |
| 2" x 8"  | 200   | 0,45 | 3   | 10125    | 5,08 | 20,32 | 349,590699 | 28,962441  |
| 2" x 8"  | 200   | 0,3  | 3,6 | 9720     | 5,08 | 20,32 | 349,590699 | 27,8039434 |
| 2" x 8"  | 200   | 0,45 | 3,6 | 14580    | 5,08 | 20,32 | 349,590699 | 41,7059151 |
| 2" x 8"  | 200   | 0,45 | 3,8 | 16245    | 5,08 | 20,32 | 349,590699 | 46,4686276 |
| 2" x 10" | 200   | 0,45 | 4,7 | 24851,25 | 5,08 | 25,4  | 546,235467 | 45,4954896 |
| 2" x 12" | 200   | 0,45 | 5,6 | 35280    | 5,08 | 30,48 | 786,579072 | 44,8524519 |
| 2" x 8"  | 200   | 0,45 | 5,6 | 35280    | 5,08 | 20,32 | 349,590699 | 100,918017 |
| 2" x 8"  | 200   | 0,45 | 4,7 | 24851,25 | 5,08 | 20,32 | 349,590699 | 71,0867025 |

FIG. 2.76, Verificación de tensiones admisibles para envigados de distintas secciones y a luces diferentes. La tensión o sigma admisible por flexión es 11 MPa( 110 kg/cm2); como se aprecia en el cuadro, todas las piezas estarían sobredimensionadas Fuente propia.





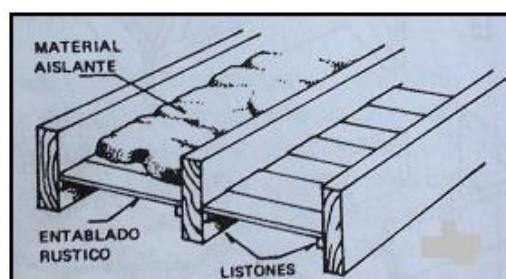
Mientras más elevada es la altura de la sección de los envigados respecto de su base (4/1, 5/1, 6/1), mayor es el peligro de volcamiento o torsión. *“Para precaverlo es necesario poner entre una y otra un sistema de arriostramiento transversal, que llamamos cadeneta”* (GUZMÁN, 1990:110)



**FIG. 2.77**, A: La cadeneta llena tiene la misma escuadría que el envigado y se coloca alternadamente, para clavarla de cabeza. B: la de san Andrés está formada por listones cruzados de 1" x 3", clavados a las vigas (GUZMÁN, 1990:110)

## Ensordinado

Con anterioridad al año 1940, se utilizaba un entablado intermedio entre los envigados de cielo y entrepisos, con el objeto de ubicar material aislante sobre él. El material que se usaba era barro, obteniéndose excelentes cualidades para amortiguar ruidos. Todavía las casas que lo mantienen, despiden entre las tablas un poco de polvo después de los terremotos. El único inconveniente era su gran peso: 85 kg/m<sup>2</sup> respecto de 1 kg/m<sup>2</sup> de materiales aislantes usados en la actualidad. (GUZMÁN, 1990:111)



**FIG. 2.78**, Detalle de un ensordinado. Sobre un entablado rústico, sostenido por listones, se disponía una capa de material aislante. Hasta 1950 todavía se usaba el barro como aislante, dejando de usarlo únicamente por su peso excesivo. (GUZMÁN, 1990:111)







## 2.6.2. Análisis estructural de entramados verticales en los conjuntos en estudio.

En las casas estudiadas, los muros divisorios interiores son de madera conformando lo que en Chile se denomina tabiques o entramados verticales. Existe controversia en considerar si estos tabiques contribuyen en recibir cargas sísmicas, colaborando con los muros perimetrales de ladrillo. Quienes así opinan, cuando calculan la albañilería perimetral, asignan la totalidad de cargas estáticas y sísmicas a la estructura de ladrillo. Sin embargo si se calcula la tabiquería que conforma los muros interiores de este tipo de vivienda, se observará que sus escuadrías son capaces de resistir sismo, además de cargas gravitacionales.

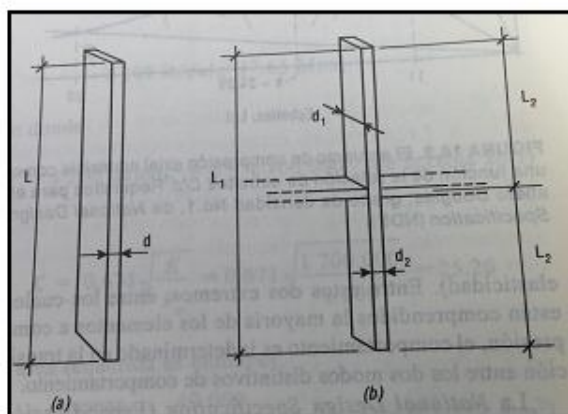


FIG. 2.79, Relación de esbeltez para pie derechos  
(AMBROSE, 1998:215)

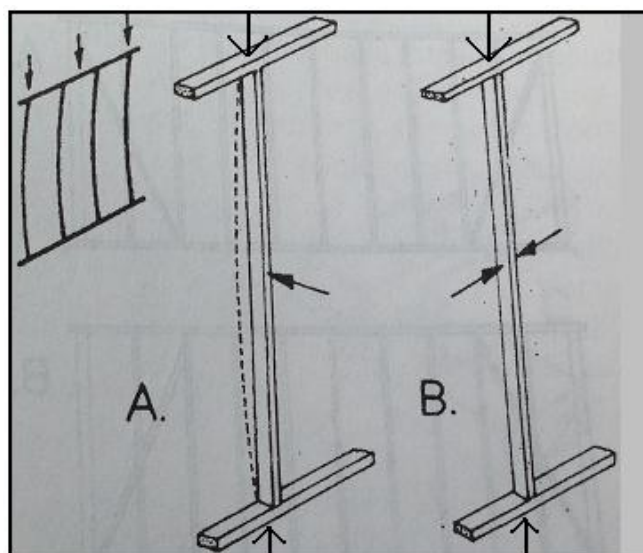
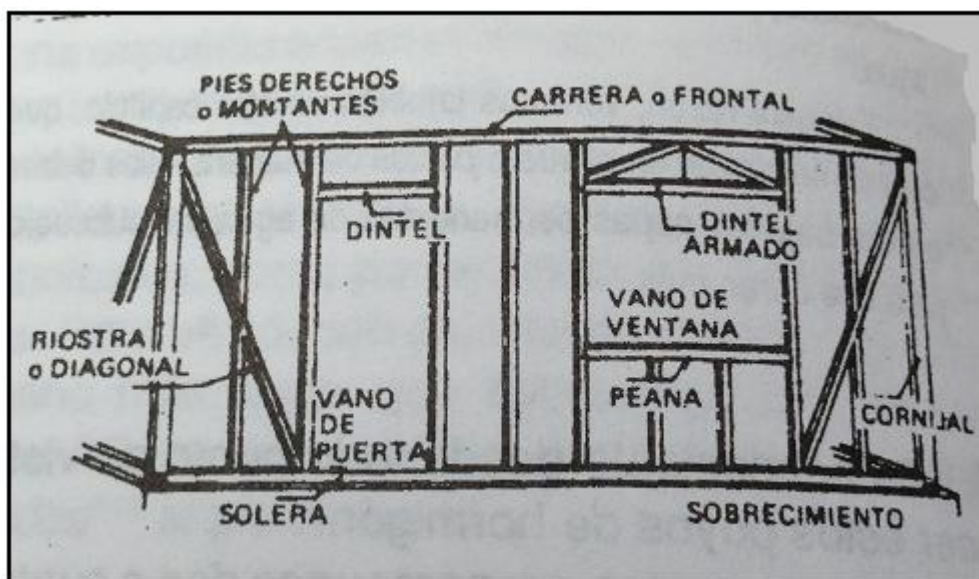


FIG. 2.80. A: Para efecto del pandeo que produce la carga superior, el pie derecho presenta una inercia favorable.  
B: Para la misma acción superior, la inercia lateral es desfavorable. (GUZMÁN, 1990:91)







**FIG. 2.81,** La tabiquería interior de las casas en estudio es de tipo tradicional. A excepción de la ventana de esta imagen, puesto que exteriormente llevan muros de ladrillo. (GUZMÁN, 1990:90)

Los pies derechos o montantes reciben carga directa de cada envigado, por esa razón, deberían ir a igual distancia que ellos. Lo anterior, para que trabajen estructuralmente sólo a compresión. En las casas en estudio presentan escuadría cuadrada, por lo cual no existe un lado de la sección más desfavorable que el otro frente al pandeo.





**FIG. 2.82,** Estructura de tabiques interiores. Casa de conjunto la Colmena. Los Jazmines 579. Se observa pie derecho y diagonal de madera, con relleno adobes sujetos con alambre y malla metálica. Imágenes propias



Se evaluará la tabiquería del sector de baños de Los Jazmines 579, perteneciente al conjunto la Colmena. En primer lugar se verificará resistencia de pie derecho de roble de 4" x 4". A continuación se verificará doble solera superior de 2" x 4" cada una y finalmente diagonal de 4" x 4". Estas son las medidas existentes en los tabiques de la casa mencionada. Es madera de roble de las mismas características que elementos de techumbre ya estudiados. Por lo tanto las tensiones admisibles son las siguientes: 8,3 MPa para elementos comprimidos y 11 MPa para elementos en flexión, por lo tanto 83 kg/cm<sup>2</sup> y 110 kg/cm<sup>2</sup> respectivamente.

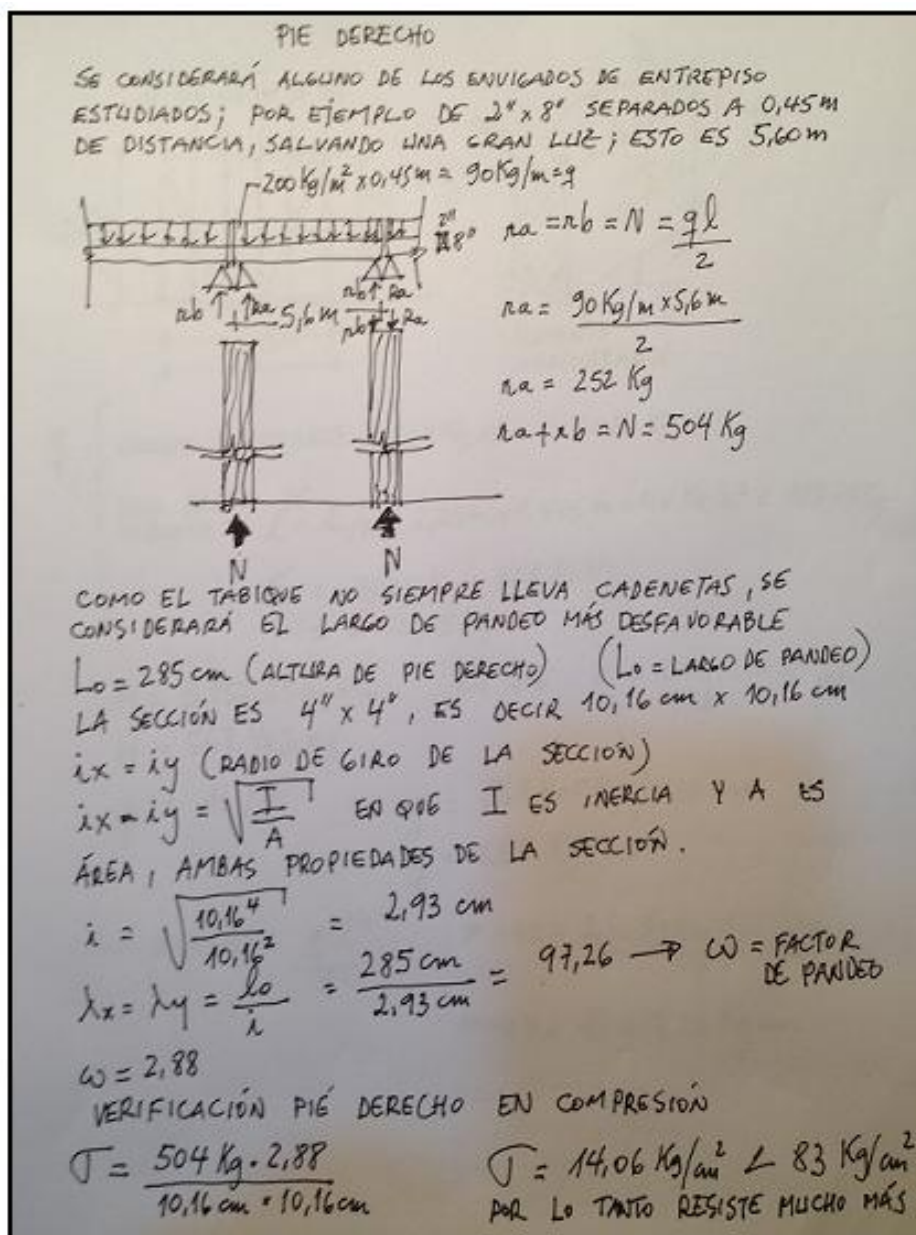


FIG. 2.83, Evaluación de un pie derecho de tabique interior en conjunto La Colmena. Los Jazmines 579. Apunte propio.

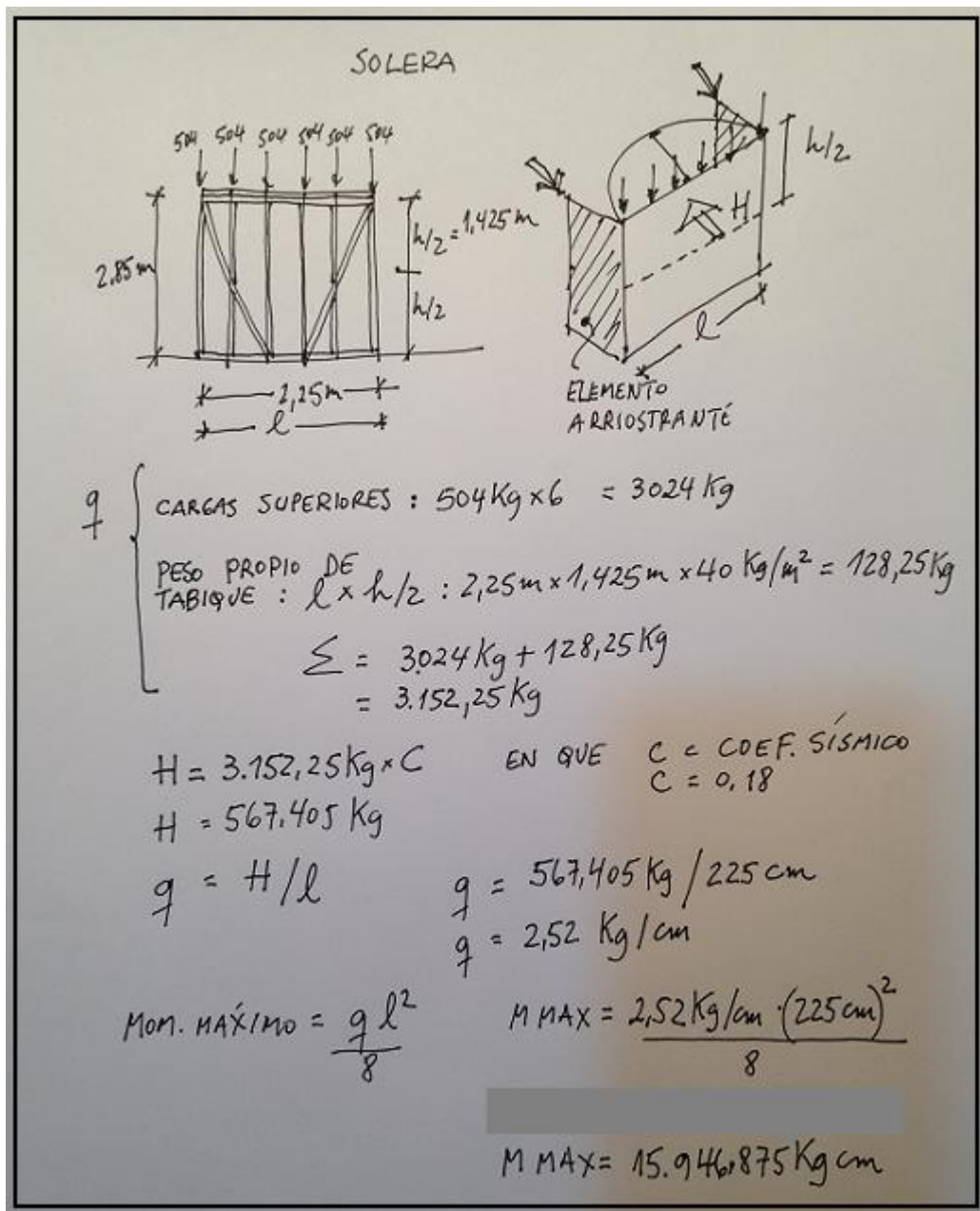


FIG. 2.84, Evaluación de una solera de tabique interior en conjunto La Colmena. Los Jazmines 579. Apunte propio.





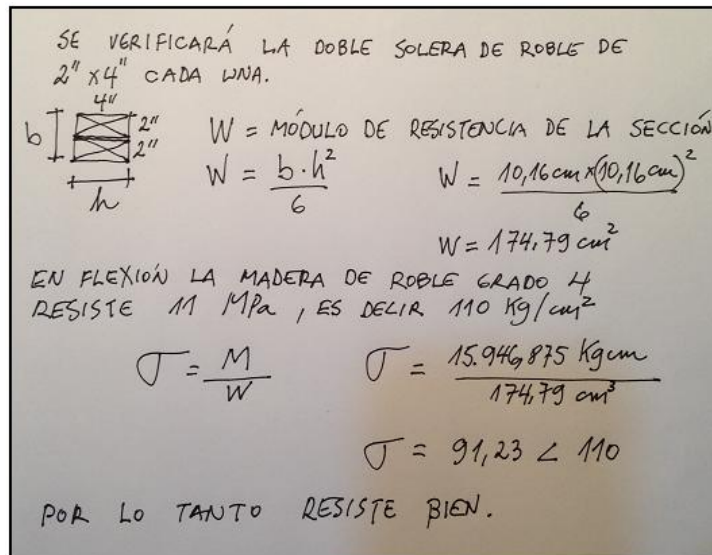


FIG. 2.85, Continuación con la evaluación de una solera de tabique interior en conjunto La Colmena. Los Jazmines 579. Apunte propio.

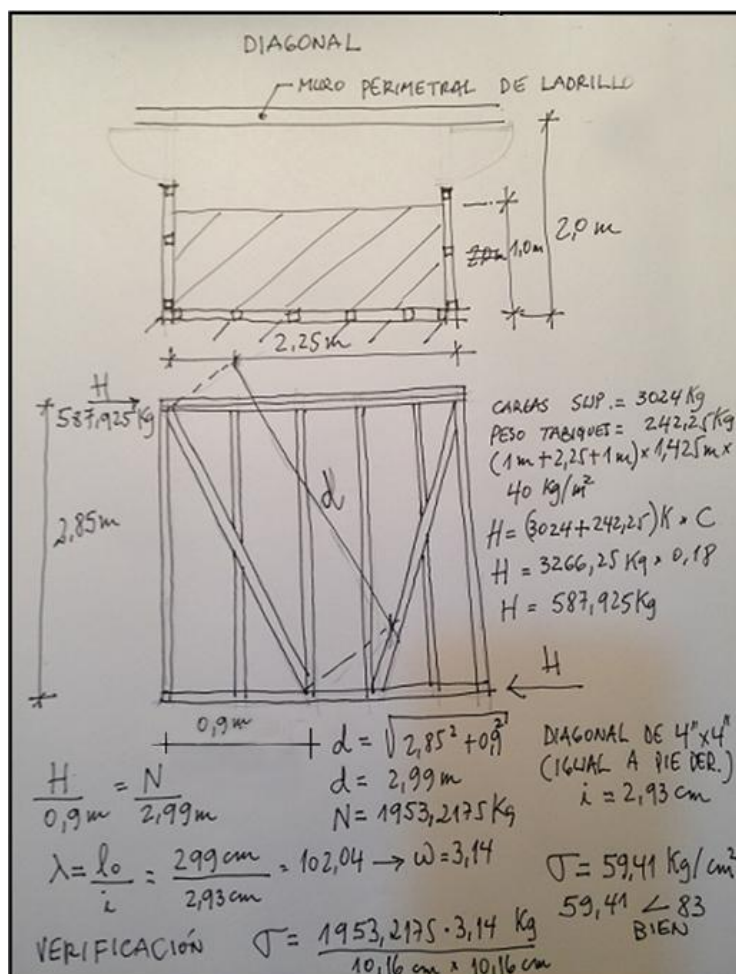


FIG. 2.86, Evaluación de una diagonal de tabique interior en conjunto La Colmena. Los Jazmines 579. Apunte propio.





## 2.7. PROCEDIMIENTO PARA CÁLCULO ESTRUCTURAL DE CIMIENTOS (FUNDACIONES) EN CONJUNTOS ESTUDIADOS.

El sismo del 27 de Febrero de 2010 originó la dictación de un reglamento técnico para ser aplicado hasta que se confeccione la norma técnica oficial chilena correspondiente que regule el diseño sísmico de edificios.

Este es el decreto N° 61 del 02 de Noviembre de 2011. Actuaría como complemento de la norma NCh 433 de 1996 (Diseño sísmico de edificios), modificada el 2009, la cual tiene carácter de obligatoria, oficializada el 2010 por decreto supremo exento N° 406 del ministerio de Vivienda y Urbanismo.

Según el artículo 6° del decreto N° 61 *"La experiencia empírica y la teoría indican que el mejor comportamiento sísmico se observa en terrenos de afloramiento rocoso y por el contrario, el mayor daño se ha observado en terrenos de suelos finos blandos. Consecuentemente, la clasificación sísmica del terreno de fundación considera unidades, o niveles, que van desde el de mejor comportamiento (Roca: Suelo Tipo A) al de mayor exigencia sísmica (Suelo Tipo E: Suelo de compacidad o consistencia mediana)"*.

El subsuelo firme está a poca profundidad (ripió conglomerado o compacto) en todos los conjuntos estudiados en Ñuñoa. Su clasificación según el decreto N° 61 recién citado, sería Suelo Tipo B. Constituyen esta categoría los suelos conformados por roca blanda o fracturada, suelos muy densos o muy firmes. Se define  $V_s$  (m/s) la velocidad de propagación de ondas de corte hasta 30 metros de profundidad,  $\geq 500$  m/s. Tendría un  $q_u$  o resistencia a la compresión simple del suelo  $\geq 0,40$  MPa (4 kg/cm<sup>2</sup>). Por último un  $N1$  (golpes/ pie)  $\geq 50$  que sería el índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa (1 kg/cm<sup>2</sup>), aplicable a suelos Tipo B pero clasificados como arenas.







| Suelo Tipo |   | $V_{s30}$<br>(m/s) | RQD         | $q_u$<br>(MPa)                              | $(N_1)$<br>(golpes/pie) | $S_u$<br>(MPa) |
|------------|---|--------------------|-------------|---|-------------------------|----------------|
| A          | Roca, suelo cementado                                 | $\geq 900$         | $\geq 50\%$ | $\geq 10$<br>( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ )   |                         |                |
| B          | Roca blanda o fracturada, suelo muy denso o muy firme | $\geq 500$         |             | $\geq 0,40$<br>( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ ) | $\geq 50$               |                |
| C          | Suelo denso o firme                                   | $\geq 350$         |             | $\geq 0,30$<br>( $\epsilon_{qu} \leq 2\%$ ) | $\geq 40$               |                |
| D          | Suelo medianamente denso, o firme                     | $\geq 180$         |             |   | $\geq 30$               | $\geq 0,05$    |
| E          | Suelo de compactidad, o consistencia mediana          | $< 180$            |             |   | $\geq 20$               | $< 0,05$       |
| F          | Suelos Especiales                                     | *                  | *           | *   | *                       | *              |

**$N_1$ :** Índice de penetración estándar normalizado por presión de confinamiento de 0,1 MPa. Aplicable sólo a suelos que clasifican como arenas  
**RQD:** Rock Quality Designation, según norma ASTM D 6032  
 **$q_u$ :** Resistencia a la compresión simple del suelo  
 **$\epsilon_{qu}$ :** Deformación unitaria desarrollada cuando se alcanza la resistencia máxima en el ensayo de compresión simple  
 **$S_u$ :** Resistencia al corte no-drenada del suelo

**FIG. 2.87,** Clasificación sísmica del terreno de fundación. Decreto N° 61 del 02 de Noviembre de 2011 que fija el diseño sísmico de edificios.

Por un lado se observa el tipo de terreno y por otro la característica del modelo estructural, en este caso a base de muros. Es la razón por la cual el cimiento utilizado es corrido. En Chile se usa corrientemente el término *fundación corrida*. Este tipo de fundación clasifica dentro de los cimientos de superficie. “Se utiliza este tipo de cimientos cuando existe en el terreno, a poca profundidad, una capa suficientemente resistente para soportar el edificio” (MARCHETTI, 1990:12)

El objetivo de la fundación es al mismo tiempo dar superficie de apoyo y arriostrar la construcción. Suponemos una distribución uniforme de tensiones sobre el terreno y un comportamiento elástico del mismo, comprobando ciertas condiciones:

- Que la tensión admisible en el punto de mayor solicitación no exceda la tensión admisible del terreno.
- Que el terreno no es capaz de soportar tracciones.



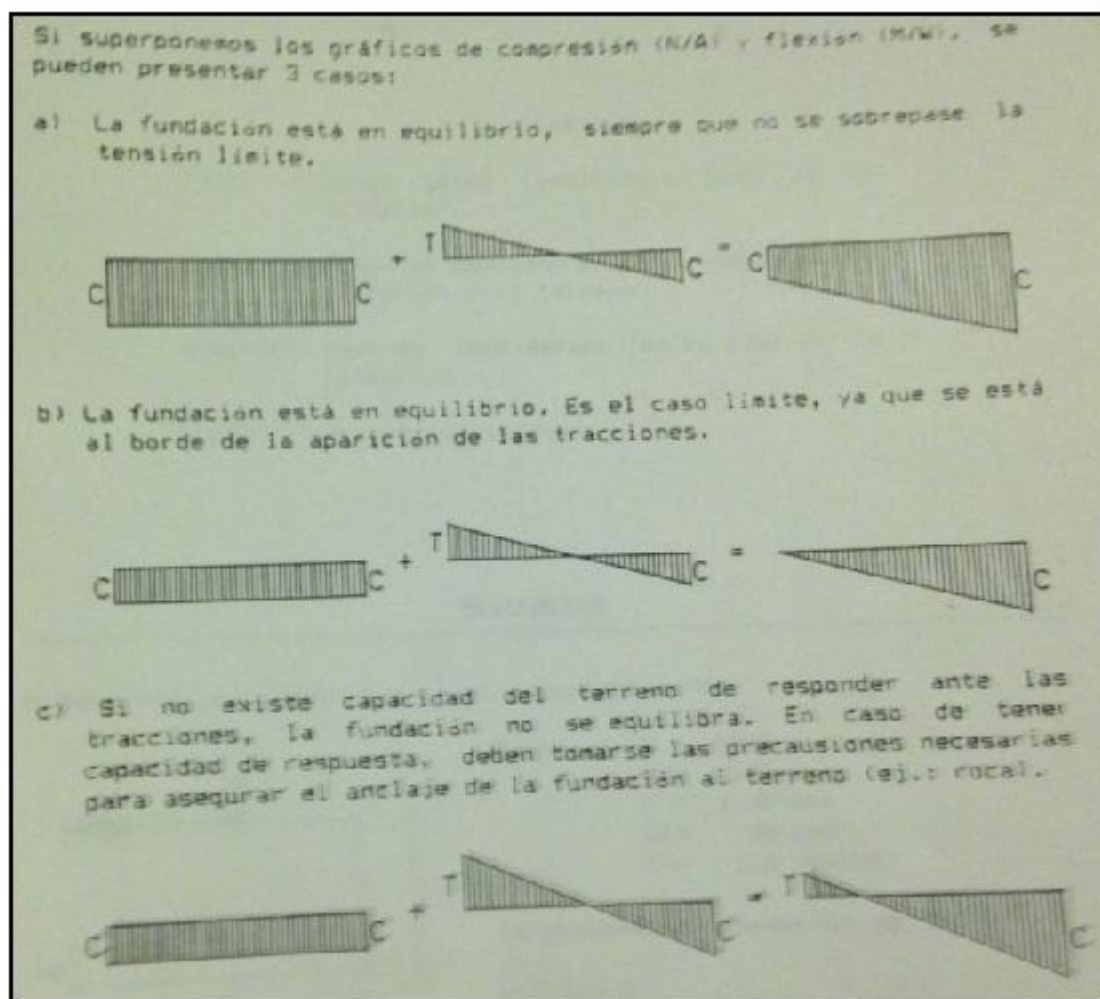
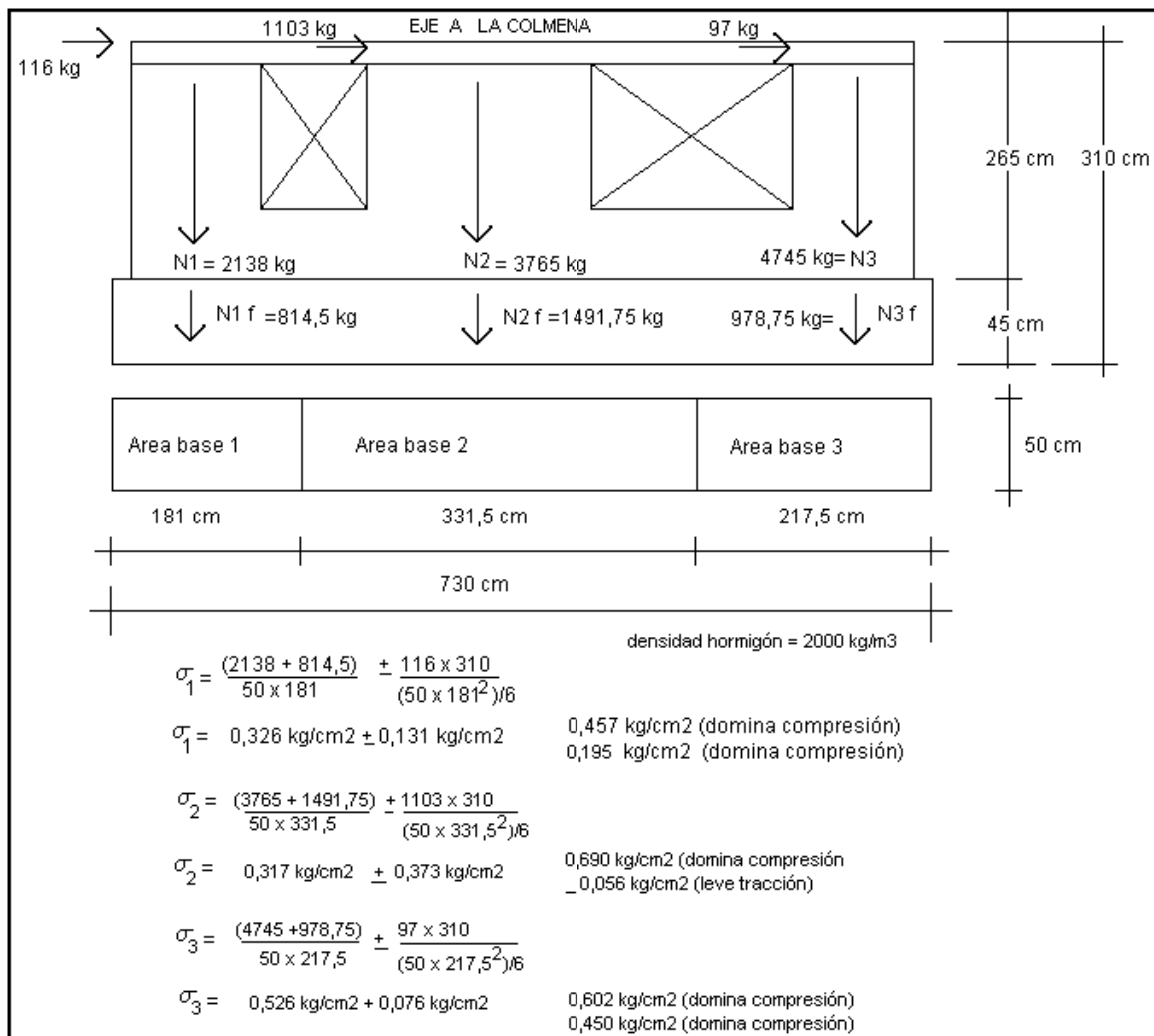


FIG. 2.88, Superposición de gráficos de compresión y flexión. (MARCHETTI, 1990:14)

A continuación se presenta la aplicación de esta evaluación por tensión admisible a la fundación corrida de eje A en tipología estudiada para cálculo de conjunto La Colmena. Se dedujeron datos de planillas de cálculo de los muros de dicha edificación. Cabe destacar que la fundación es continua, sin embargo se ha supuesto fragmentada para simplificar cálculo. Por lo anterior figura una leve tracción de 0,056 kg/cm<sup>2</sup>, que por la continuidad del cimiento no es relevante.



**FIG. 2.89.** Aplicación de método de tensión admisible a cimiento corrido de Eje A en tipología estudiada para cálculo en ficha correspondiente de conjunto la Colmena.






## 2.8. ESTUDIO DE CASOS EN LA COMUNA DE ÑUÑO A.

### 2.8.1. Caso Conjunto Elías de La Cruz.

#### 2.8.1.1. Ficha General del Conjunto.

| Nombre del Conjunto:   |   | Código de Estudio: |
|--|---|--------------------|
| Elías de la Cruz   |   | C1                 |
| Ubicación.   | Normativas Aplicadas.   |                    |
| <p>CALLES: Dublé Almeyda, Capitán Fuentes, José Domingo Cañas y José Miguel Infante.</p>  <p>FIG. 2.90, Dibujo: Karen Gallardo</p>   | <p>El conjunto Elías de la Cruz es calificado bajo planificación como Zona Z-6. Zona de conservación histórica.</p> <p><b>Usos de suelo permitidos:</b></p> <p>Residencial: De todo tipo</p> <p>Equipamiento; Exclusivamente de las clases detalladas a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Comercio, locales comerciales relacionados con el destino cultural</li><li>- Servicios, en establecimientos destinados principalmente a actividades que involucren la prestación de servicios profesionales, tales como oficinas.</li><li>- Servicios artesanales relacionados con el destino cultural.</li></ul> <p><b>Usos de suelo prohibidos:</b></p> <p>Equipamiento: Todo tipo de equipamiento, con excepción de los expresamente permitidos.</p> <p>Actividades Productivas: Todas en general.</p> |                    |
| Normativa Urbanística de Zona.   |   |                    |
| <p><b>Z-6</b></p> <p>En esta Zona de conservación histórica, declarada en virtud del artículo 60 de la Ley General de Urbanismo y Construcción, se deben respetar las condiciones de las edificaciones existentes.</p> |   |                    |
| <p>Sin perjuicio de lo anterior se aplicarán las siguientes normas específicas de subdivisión y edificación.</p>   |   |                    |
| Superficie predial mínima  | 300 m²  |                    |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo  | 60%   |                    |
| Coeficiente de constructibilidad   | 1,2   |                    |
| Sistemas de agrupamiento   | Aislado y Pareado   |                    |
| Porcentaje máximo de pareo en el deslinde  | 60%   |                    |
| Adosamiento  | Según Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, retirado a 3 m de la fachada   |                    |
| Altura máxima de edificación   | 8 m   |                    |
| Rasante  | Según Artículo 2.6.3 de la Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones  |                    |
| Antejardín mínimo  | 3 m   |                    |



### Perfil de la Calle Elías De La Cruz.

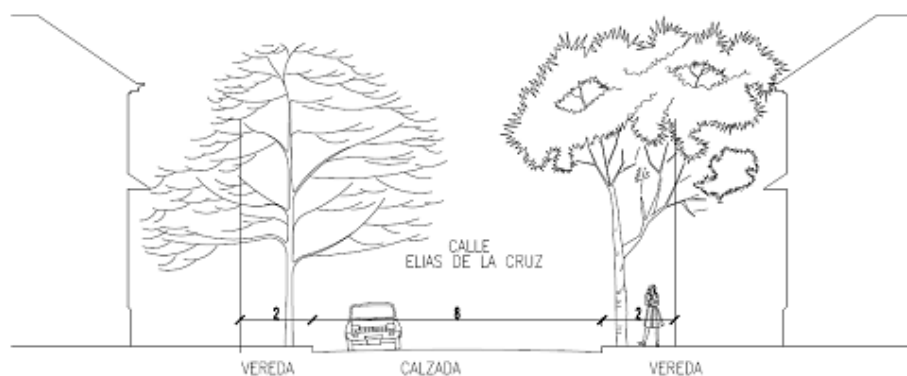


FIG. 2.91, Dibujo: Karen Gallardo

### Planos Anteriores del Conjunto.

Planos encontrados en los archivos de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Ñuñoa.



FIG. 2.92,

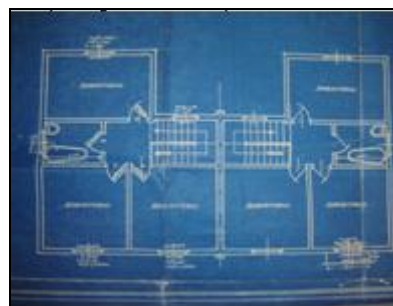


FIG. 2.93,

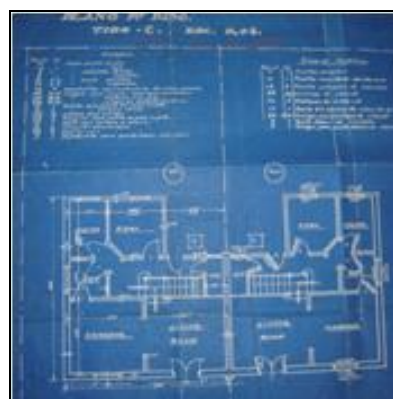


FIG. 2.94,





## 2.8.1.2.- Presentación de conjunto.

### Descripción General.

Conjunto residencial desarrollado al interior de una manzana, similar en tamaño a las existentes en el sector; el perímetro lo constituyen las calles Dublé Almeyda, Capitán Fuentes, José Domingo Cañas y José M. Infante. Al interior se han desarrollado seis manzanas menores cuyas calles confluyen a una plaza central de nombre Enrique Bunster. La calle principal llamada Elías de la Cruz, atraviesa axialmente la plaza conformando una diagonal que da identidad a este conjunto, aun cuando su direccionalidad no apunta claramente a algo concreto en la trama urbana. Barrio de Conservación Histórica, según Decreto Supremo N° 723 del 15/06/1973

En la descripción del conjunto, C. Boza y H Duval enfatizan: *“En su corazón una plaza, que al ser de mayor ancho que la Diagonal, obliga que dos de las manzanas se quiebren produciendo una situación especial de interés. Esta situación queda en definitiva, definida por los muros del jardín, que en este conjunto, particularmente, son tratados con mucha fuerza.”* (Boza, 1982: 166)

Esta agrupación de casas de dos pisos, configura cuatro tipos de pareo: A, B, C y D, separadas de los deslindes y con antejardín. También existe la casa esquina llamada E y la casa F, aquélla que no constituye pareo y está adosada a ambos deslindes laterales sin antejardín.

Las casas que constituyen pareos y que son la mayoría del conjunto, sobresalen por su expresión formal basada en el adecuado uso del ladrillo y la presencia de grandes techos con teja de arcilla.

Las fachadas exponen vanos enmarcados en estucos que imitan sillerías de piedra y que en algunos casos contrastan con la albañilería. Se observa una fuerte presencia del muro cortafuego entre unidades que constituyen el pareo, que sobresale del plano de fachada y de cubierta.

Se destaca la tipología B, que muestra arcos de ladrillo, uno de los cuales denota la presencia de la escalera que comunica los dos niveles.







## Tipologías

Se eligió los tipos A, B, C y D, ya que son los que constituyen pareos y son la mayoría en el conjunto.

Se calculó con método estático, tensiones admisibles en el sentido del plano de los muros según rigideces, por ejes estructurales y sismo perpendicular al plano. Se escogieron siempre los elementos más desfavorables.

También se calculó con análisis modal espectral a través de elementos finitos.

En segundo piso todas las casas presentan cadena, por lo cual se consideró ese elemento como transmisor de sismo según la rigidez de cada muro.

En primer piso no tienen cadena, por lo cual se consideró una franja de muro de ladrillo, si se constituyese, como elemento transmisor de sismo.



FIG. 2.95, Presentación de Tipologías, Dibujo e imágenes: Karen Gallardo.





## Valores Arquitectónicos

**Morfológicos:** Interesante agrupación de volúmenes, que presentan variedad y armonía de efectos formales y espaciales, dentro de la simpleza de la temática arquitectónica.

**Constructivos:** Sobresale la calidez y el adecuado uso del ladrillo que integran la fábrica constructiva. Soluciones de techumbre con tejas de arcilla aumentan riqueza de volúmenes edificados.

## Valores Urbano-Arquitectónicos:

Conjunto de notable identidad urbano-arquitectónica y adecuada escala residencial que contribuye a precisar la calidad ambiental del lugar. Los cierros contribuyen a diferenciar espacio público de privado, permitiendo al peatón descubrir o imaginar a través de los jardines, lo que ocurre en cada vivienda. Fuera del conjunto se observa una gran proliferación de edificios en altura.

## Estado de Conservación:

Las viviendas presentan, en general, buen estado de conservación, aunque un pequeño porcentaje ha sido desafortunadamente intervenido, alterando sus características originales, lo cual se acusó en el sismo del 27 de febrero de 2010.

**Usuarios:**

Destacan como usuarios familias compuestas por padre, madre, uno o dos hijos y un adulto mayor, tío o abuelo de los niños. Se observa algunas actividades de talleres artísticos y musicales además de oficinas administrativas, conservando el uso de vivienda.

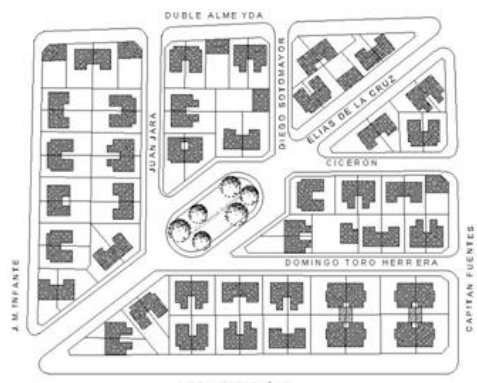


## Amenazas a la densidad:

Existe gran amenaza a la densidad del conjunto; éste se salva únicamente por contar con protección como barrio de conservación histórica, de modo que aunque se permite demoler, para obra nueva rige el plan regulador que controla iguales características que las viviendas edificadas.





### 2.8.1.3.- Ficha de Presentación Tipologías.

|   |                            |   |
|---|----------------------------|---|
| Tipología de Vivienda:  | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha:  |
| C   | Elías de la Cruz           | N° 1  |
| Ubicación   |                            | Imagen  |
|  <p>FIG. 2.96, Dibujo: Karen Gallardo</p>    |                            |  <p>FIG. 2.97, Imagen extraída de Google Street View.</p> |
| Fachada Principal   |                            |   |
|  <p>FIG. 2.98, Dibujo: Karen Gallardo</p> |                            |   |





### Planta de Arquitectura 1° Piso

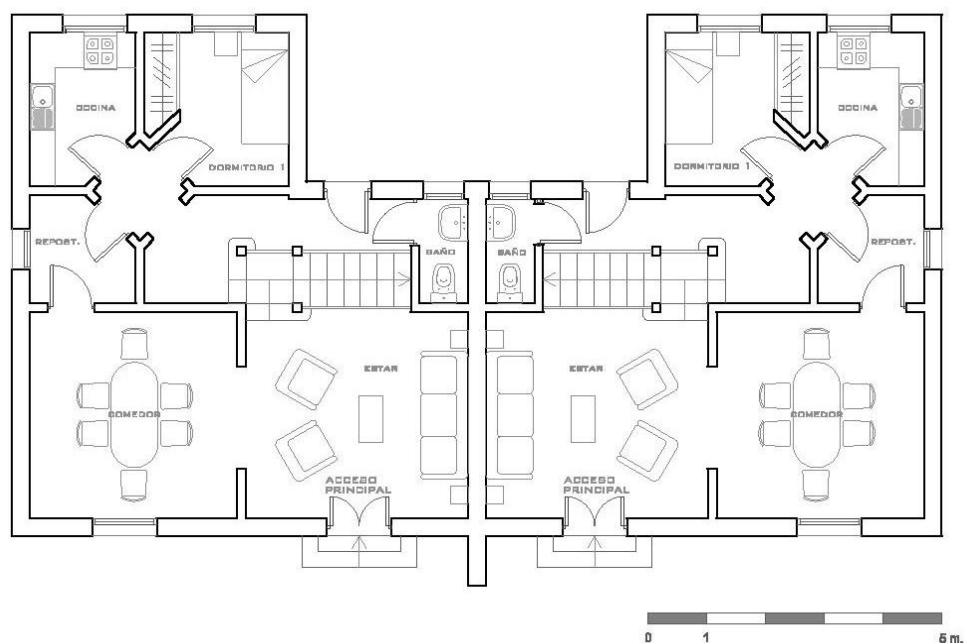


FIG. 2.99, Dibujo: Karen Gallardo

### Planta de Arquitectura 2° Piso

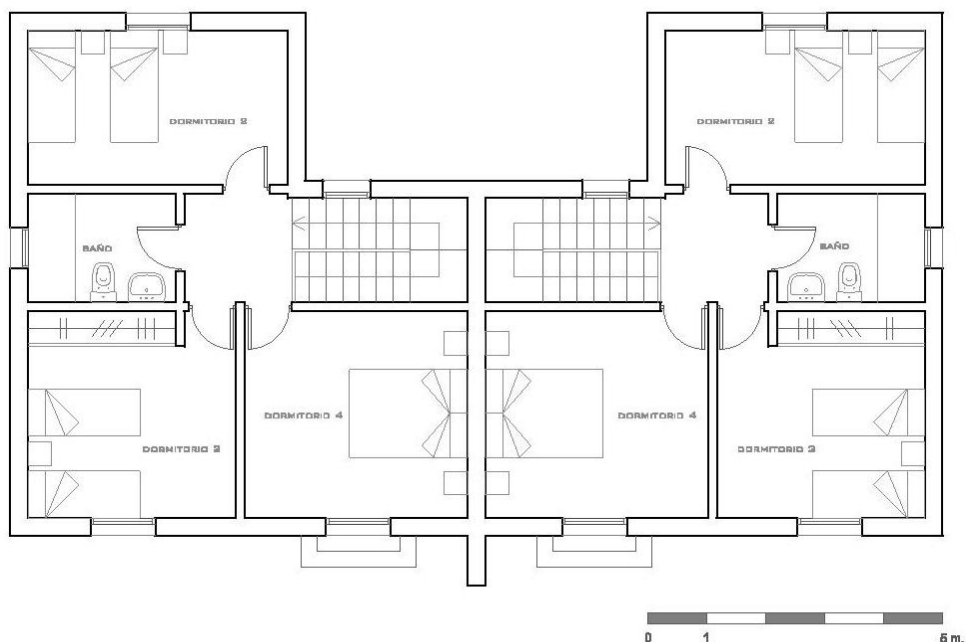


FIG. 2.100, Dibujo: Karen Gallardo





## Corte A - A

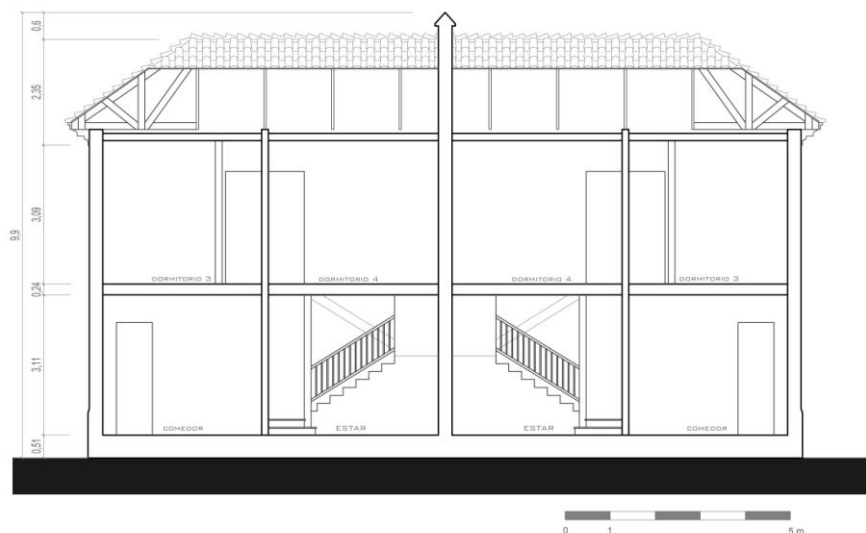


FIG. 2.101, Dibujo: Karen Gallardo

## Escantillón 1

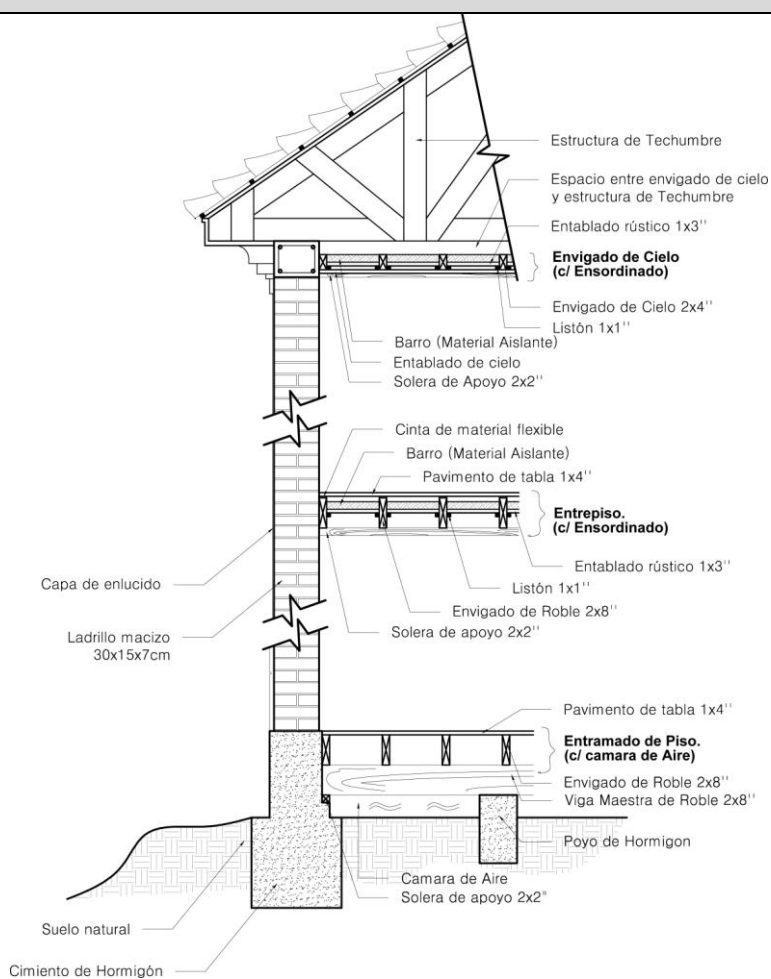


FIG. 2.102, Dibujo: Karen Gallardo y Cristobal Morales.





### Planta de Estructura 1° Piso

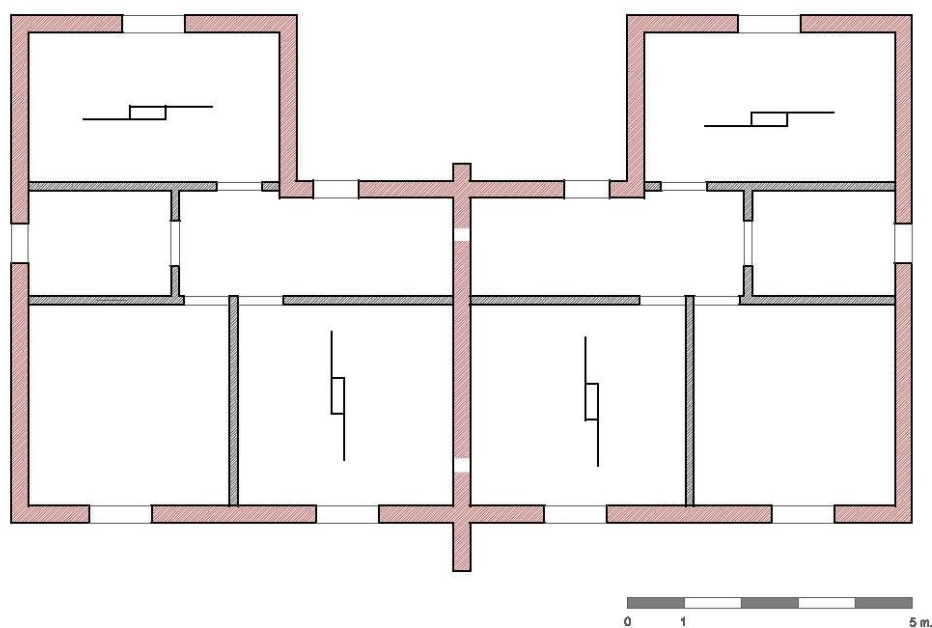


FIG. 2.103, Dibujo: Karen Gallardo

### Planta de Estructura 2° Piso

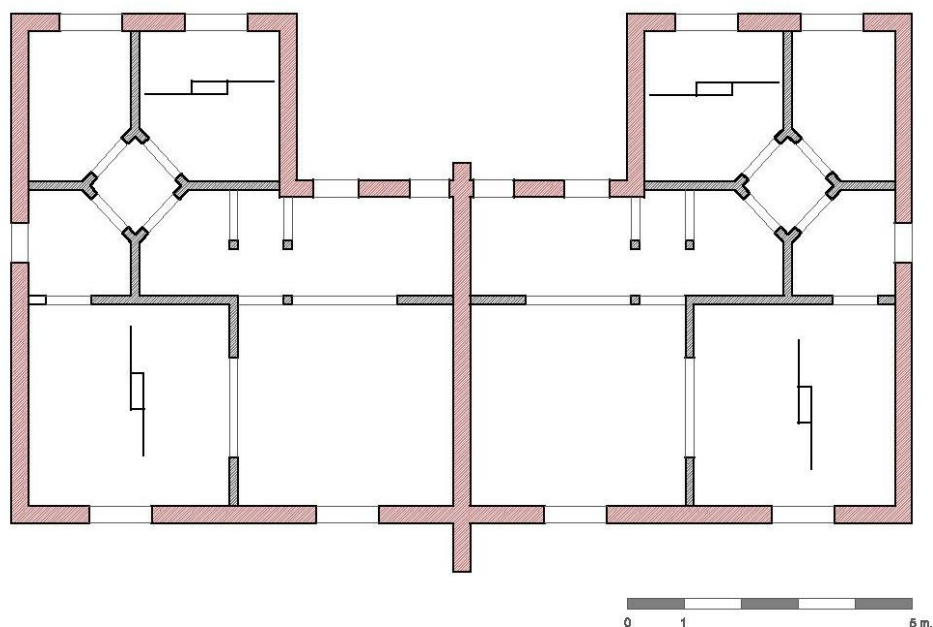


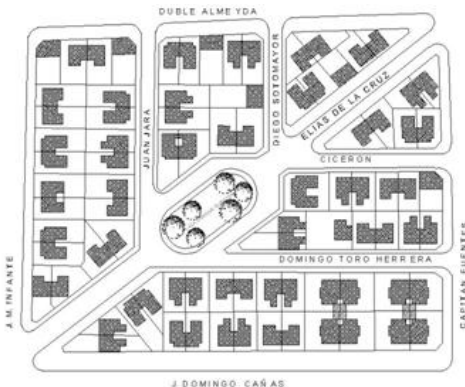

FIG. 2.104, Dibujo: Karen Gallardo








| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| A                      | Elías de la Cruz           | N° 2         |

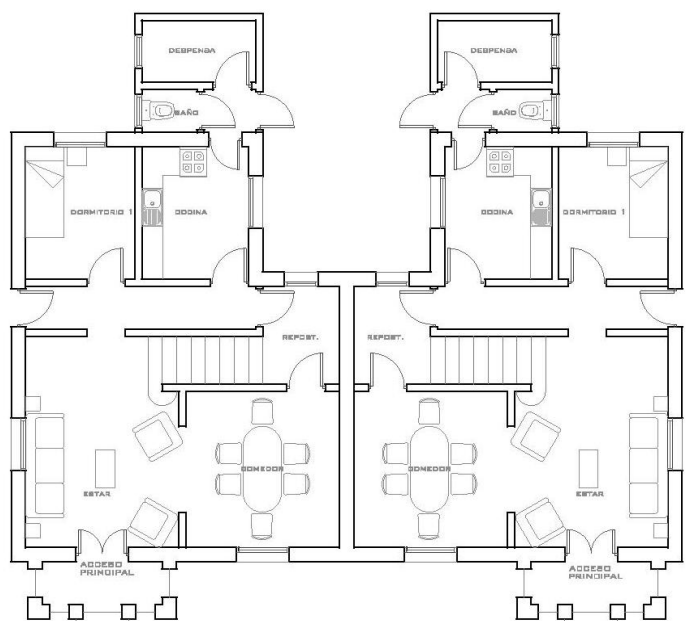
| Ubicación   | Imagen   |
|---|--|
|  <p>FIG. 2.105, Dibujo: Karen Gallardo</p> |  <p>FIG. 2.106, Imagen extraída de Google Street View.</p> |

| Fachada Principal  |
|--|
|  <p>FIG. 2.107, Dibujo: Karen Gallardo</p> |





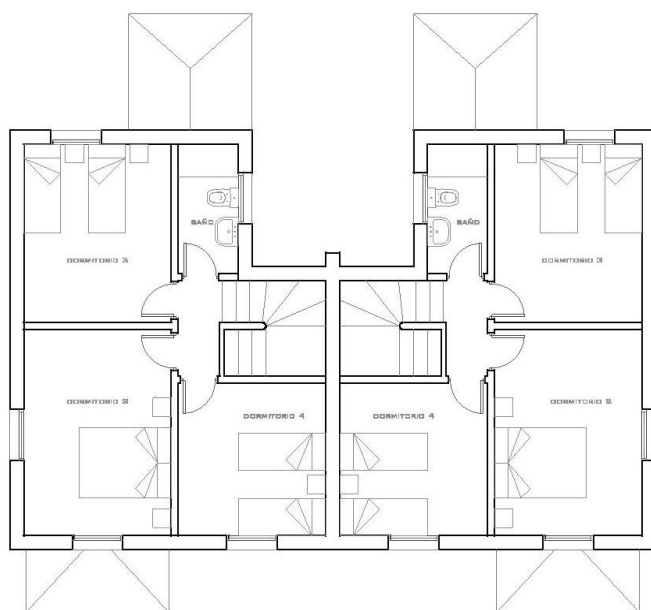
### Planta de Arquitectura 1° Piso



0 1 5 m.

FIG. 2.108, Dibujo: Karen Gallardo

### Planta de Arquitectura 2° Piso



0 1 5 m.

FIG. 2.109, Dibujo: Karen Gallardo





## Corte A - A

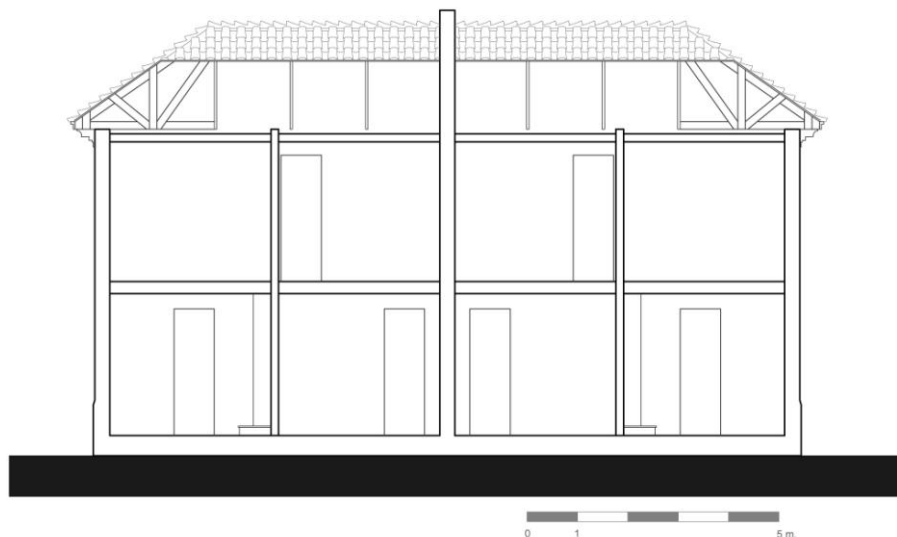


FIG. 2.110, Dibujo: Karen Gallardo

## Escantillón 1

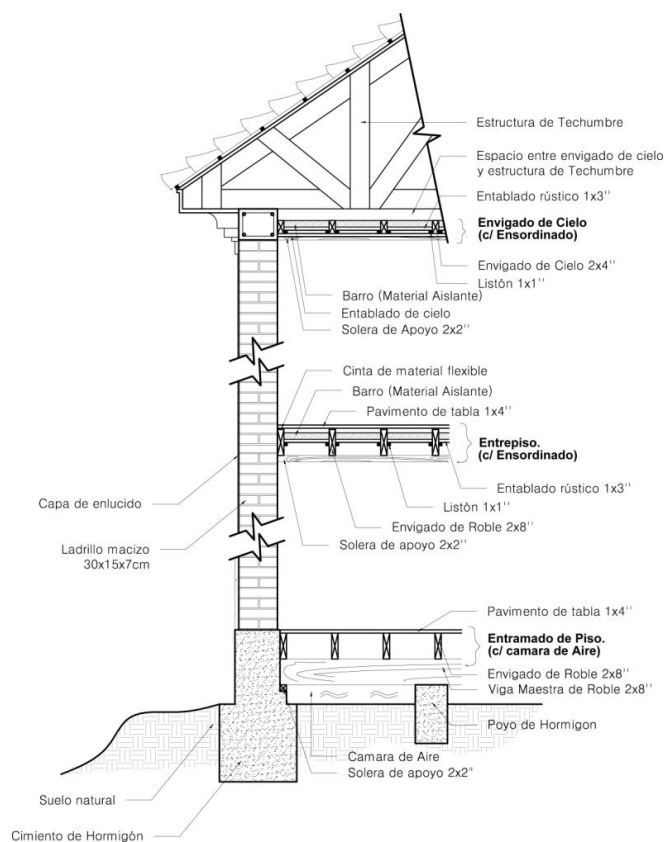


FIG. 2.111, Dibujo: Karen Gallardo y Cristobal Morales





### Planta de Estructura 1° Piso

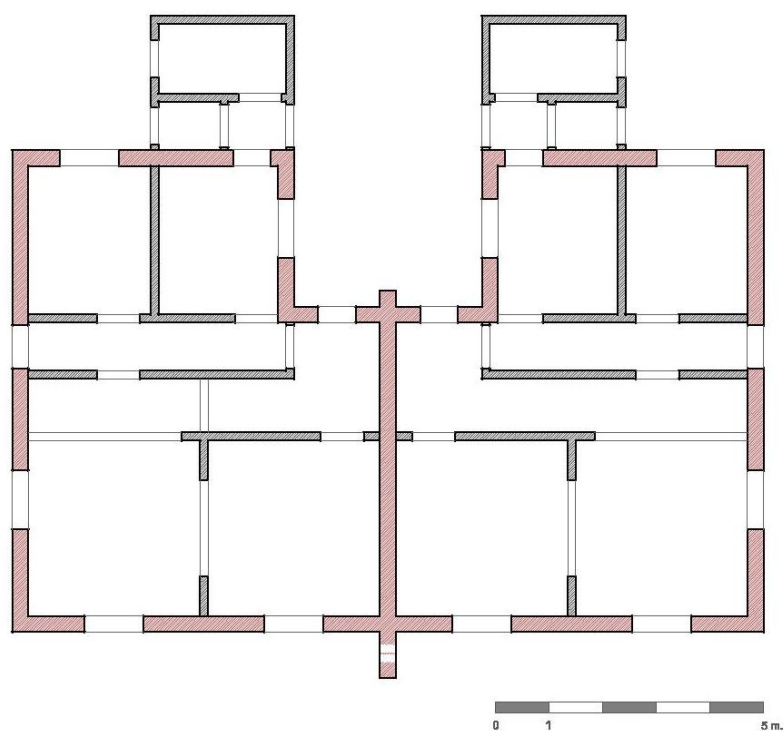


FIG. 2.112, Dibujo: Karen Gallardo

### Planta de Estructura 2° Piso

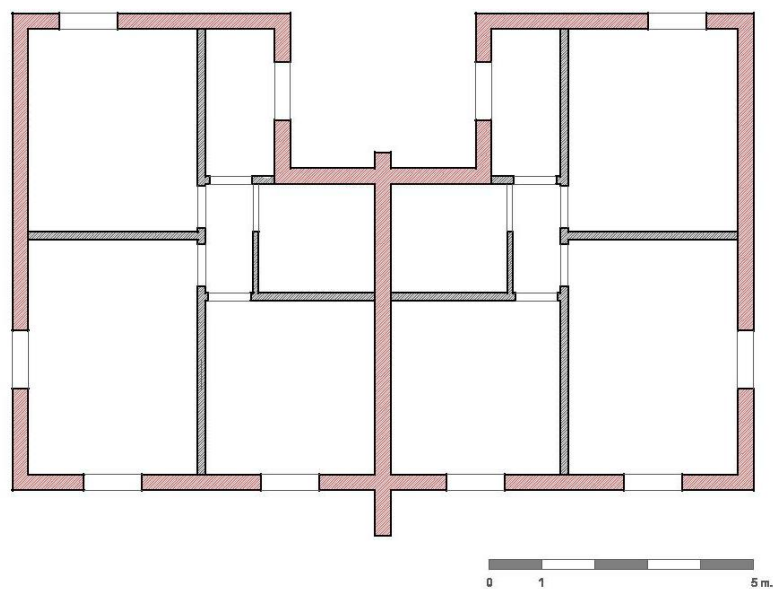
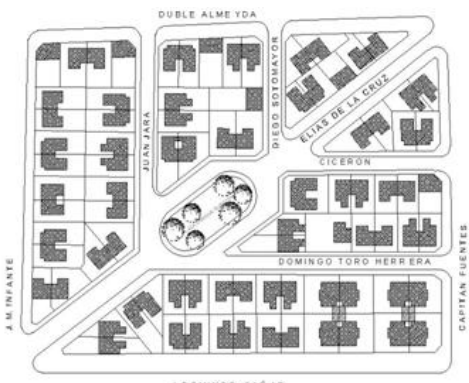



FIG. 2.113, Dibujo: Karen Gallardo

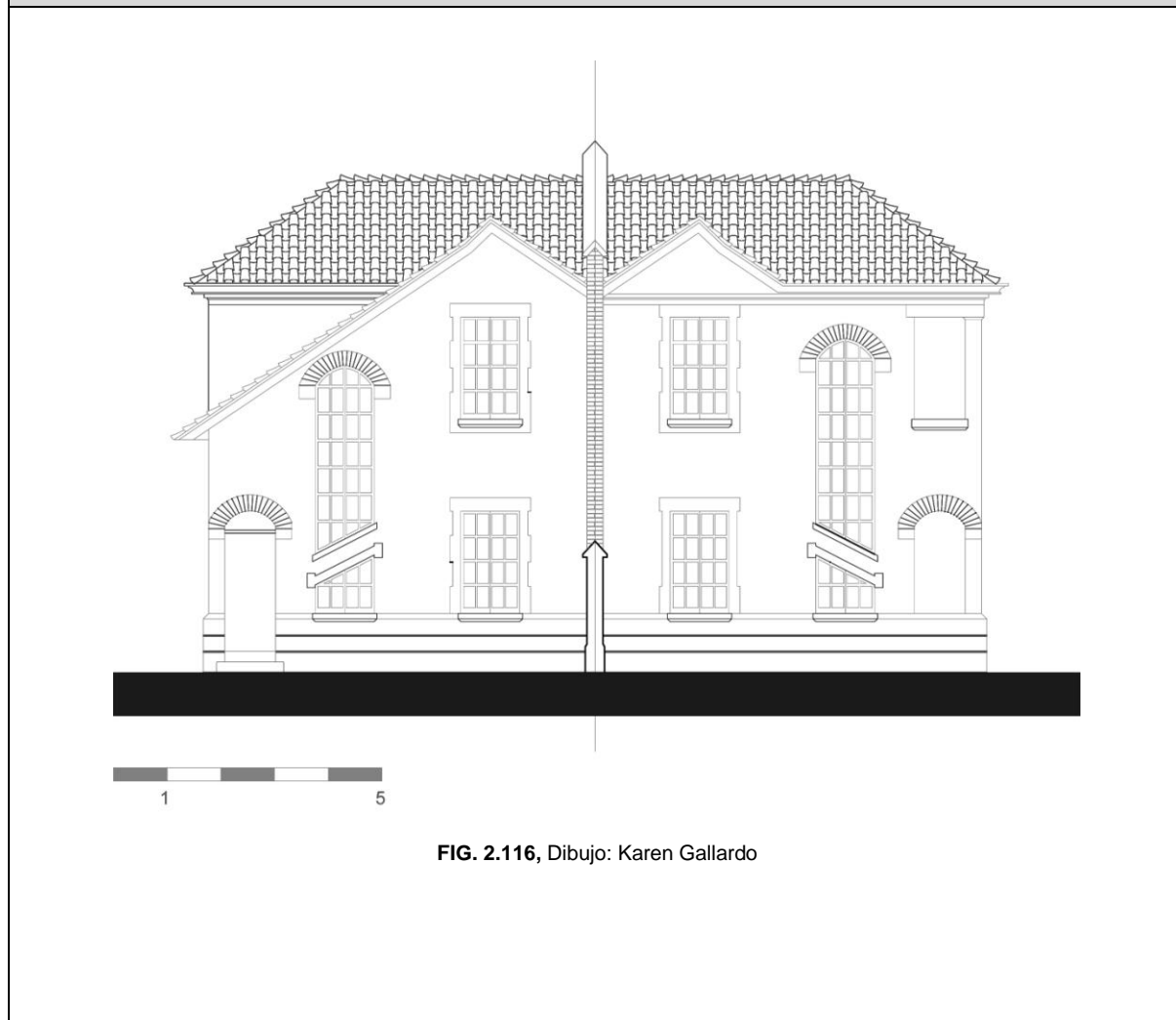




| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| <b>B</b>               | <b>Elías de la Cruz</b>    | <b>N° 3</b>  |

| Ubicación  | Imagen  |
|--|---|
|  <p><b>FIG. 2.114</b>, Dibujo: Karen Gallardo</p> |  <p><b>FIG. 2.115</b>, Imagen extraída de Google Street View.</p> |

### Fachada Principal





### Planta de Arquitectura 1° Piso

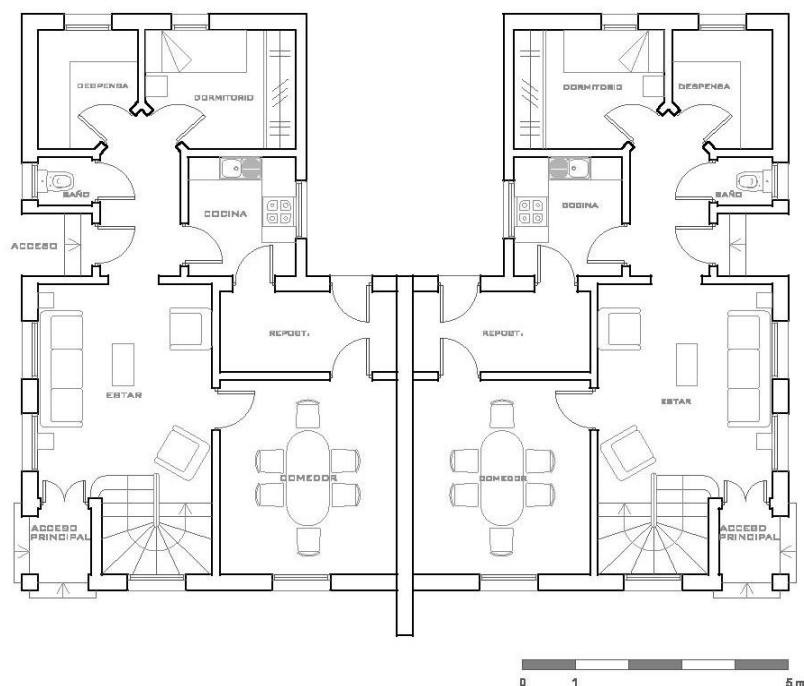


FIG. 2.117, Dibujo: Karen Gallardo

### Planta de Arquitectura 2° Piso

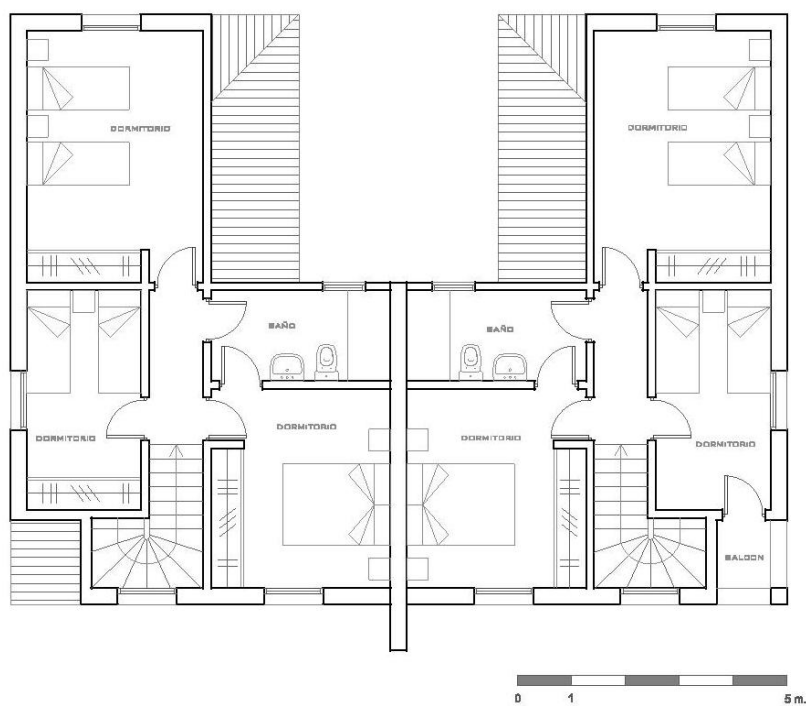


FIG. 2.118, Dibujo: Karen Gallardo







## Corte A - A

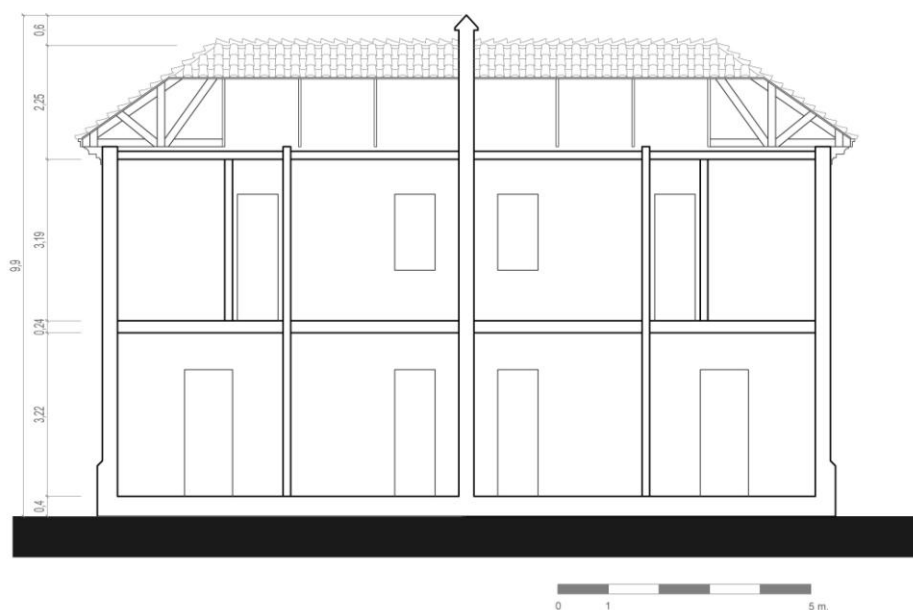


FIG. 2.119, Dibujo: Karen Gallardo

## Escantillón 1

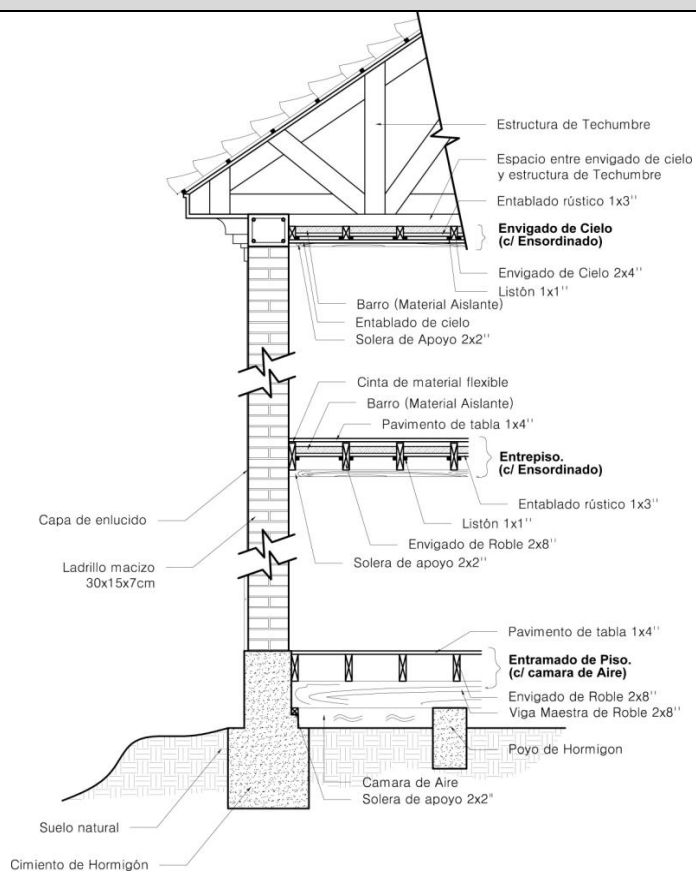


FIG. 2.120, Dibujo: Karen Gallardo y Cristobal Morales





### Planta de Estructura 1° Piso

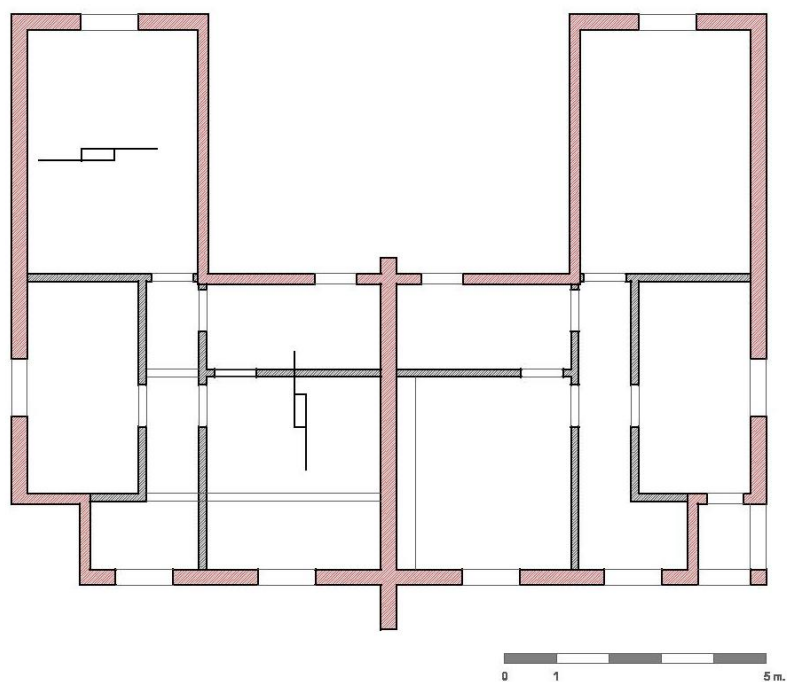


FIG. 2.21, Dibujo: Karen Gallardo

### Planta de Estructura 2° Piso

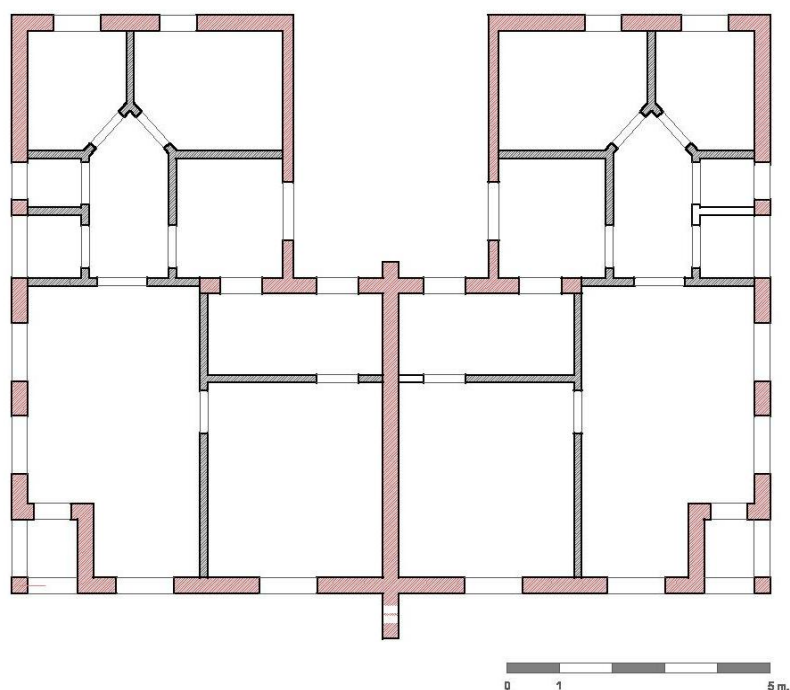
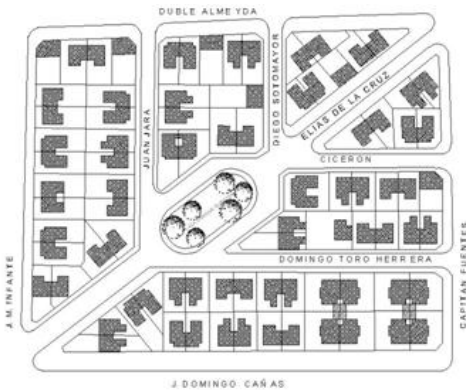



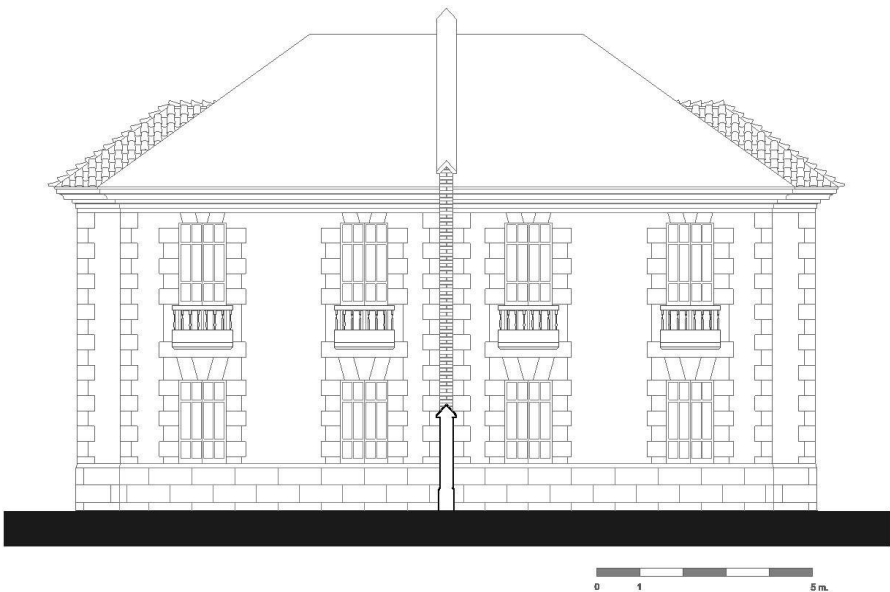
FIG. 2.122, Dibujo: Karen Gallardo





| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| D                      | Elías de la Cruz           | N° 4         |

| Ubicación   | Imagen   |
|---|--|
|  <p>FIG. 2.123, Dibujo: Karen Gallardo</p> |  <p>FIG. 2.124, Imagen extraída de Google Street View.</p> |

| Fachada Principal  |
|--|
|  <p>FIG. 2.125, Dibujo: Karen Gallardo</p> |





## Planta de Arquitectura 1° Piso

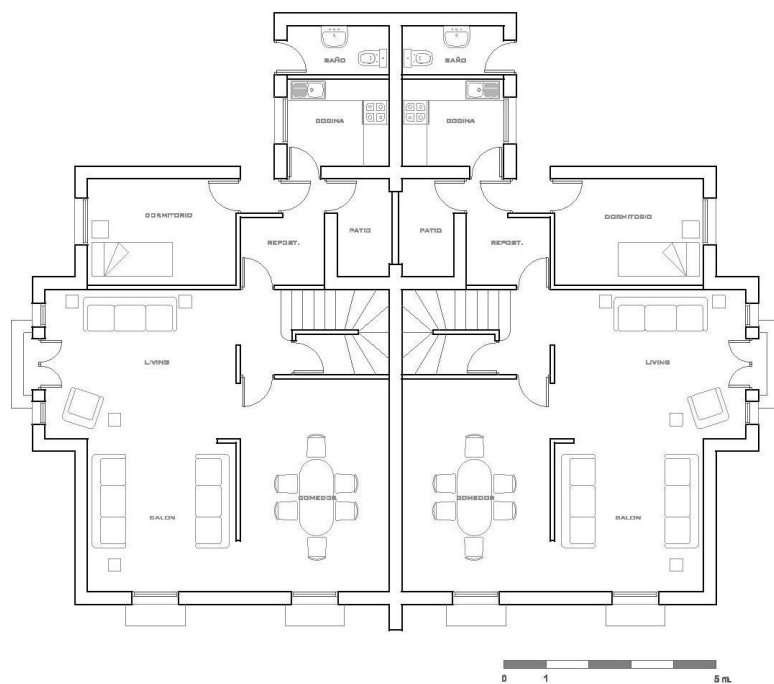


FIG. 2.126, Imagen: Karen Gallardo

## Planta de Arquitectura 2° Piso

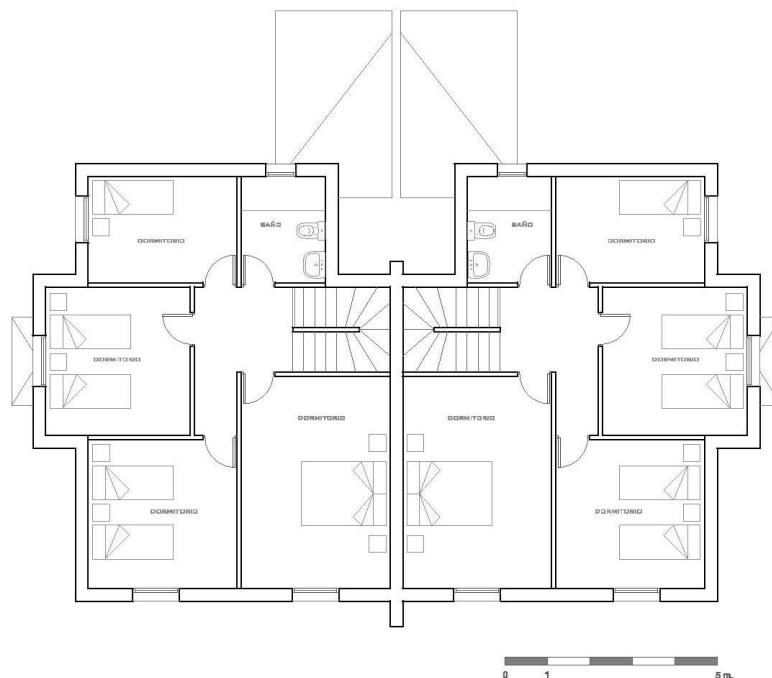


FIG. 2.127, Imagen: Karen Gallardo





## Corte A - A

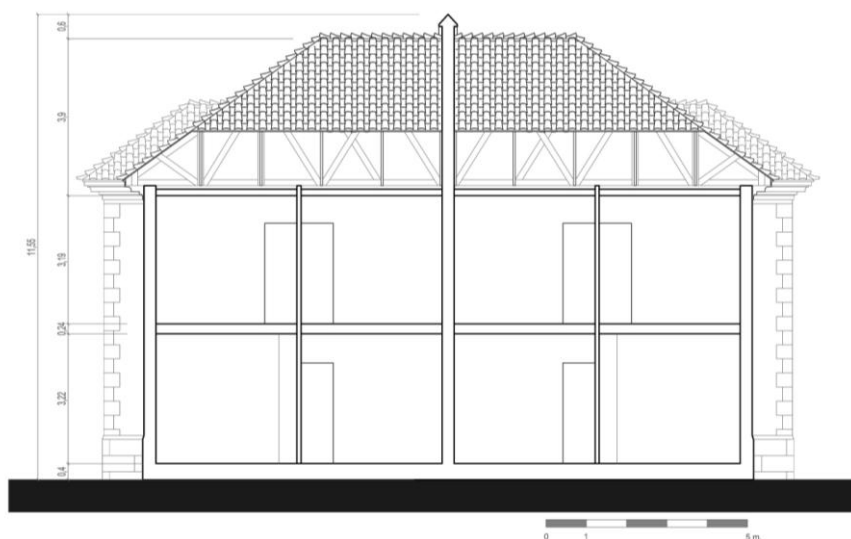


FIG. 2.128, Imagen: Karen Gallardo

## Escantillón 1

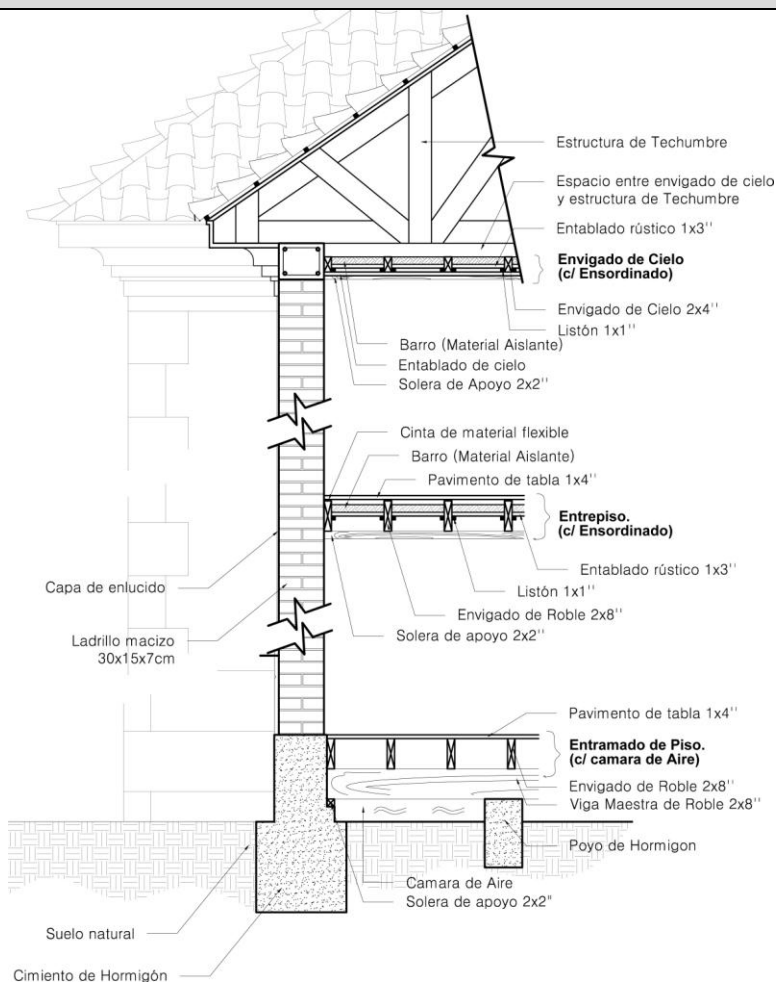


FIG. 2.129, Imagen: Karen Gallardo y Cristobal Morales.





### Planta de Estructura 1° Piso

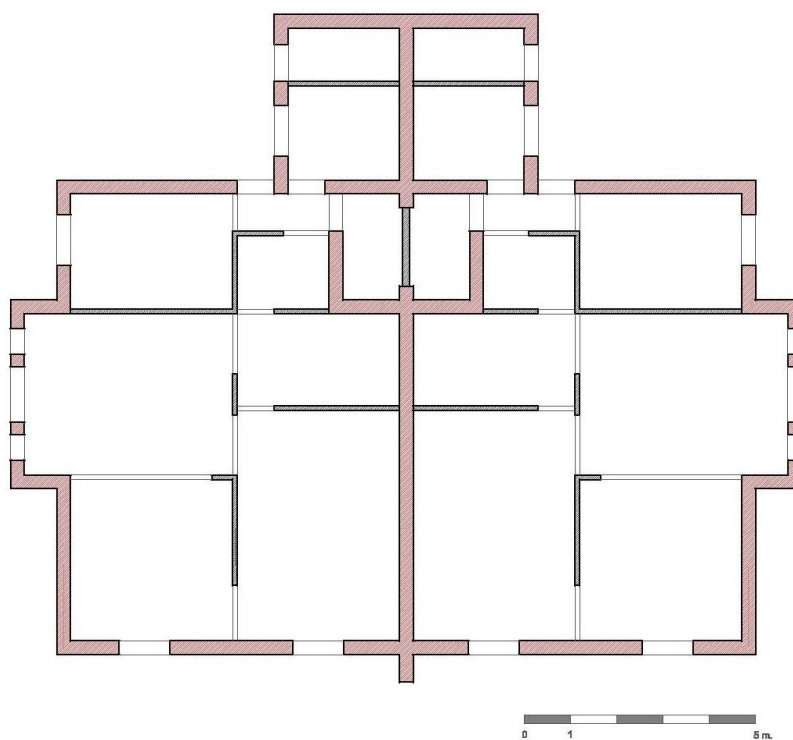


FIG. 2.130, Imagen: Karen Gallardo

### Planta de Estructura 2° Piso

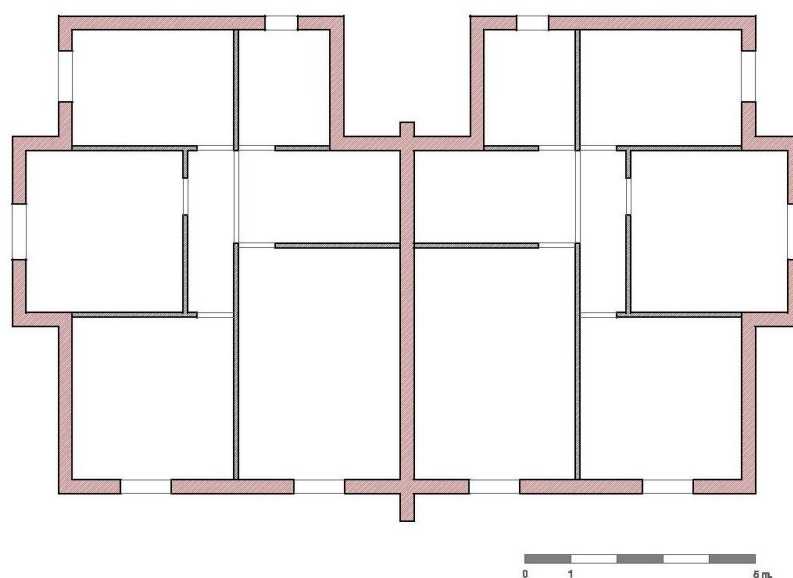


FIG. 2.131, Imagen: Karen Gallardo







## 2.8.1.4. Análisis estructural

Tipología C. Método Estático. Verificación de tensiones admisibles en corte, compresión y tracción. Análisis en el sentido del plano Eje 1.

| PLANILLA DE CALCULOS ESTRUCTURALES                  |             |            |            |                          |            |            |   |           |
|---|-------------|------------|------------|--------------------------|------------|------------|---|-----------|
| CONJUNTO A ANALIZAR: ELIAS DE LA CRUZ / TIPOLOGIA C |             |            |            |                          |            |            |   |           |
| EJE MAS DESFAVORABLE A ANALIZAR: EJE 1              |             |            |            |                          |            |            |   |           |
| FUERZA H EN EJE 1, 1° PISO                          |             |            |            |                          |            |            |   |           |
| CARGA   | MATERIAL    | LARGO (m)  | ANCHO (m)  | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)   | TOTAL (kg) |   |           |
| ENTREPISO   | MADERA      | 1,87       | 15,5       | 250                      | -          | 5450       |   |           |
| MUROS   | ALBAÑILERIA | 14,85      | 0,30       | 1600                     | 0,79       | 5631,12    |   |           |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 19,25      | 0,30       | 1600                     | 1,42       | 13120,8    |   |           |
| TABIQUERIA  | MADERA      | 3,45       | 0,15       | 40                       | 3,08       | 63,756     |   |           |
|   |             |            |            |                          | TOTAL H2   | 24265,676  |   |           |
|   |             |            |            |                          | H1 + H2    | 39715,329  |   |           |
|   |             |            |            | H x COEF. SISMICO 0,18   |            | 7148,7591  |   |           |
| CALCULO RIGIDEZ                                     |             |            |            |                          |            |            |   |           |
| MURO  | LARGO (cm)  | ANCHO (cm) | AREA (cm²) | INERCIA (cm4)            | E (kg/cm²) | h (cm)     | F | K (kg/cm) |
| M01X  | 121         | 30         | 3630       | 4428902,5                | 10000      | 245        | 3 | 9033,46   |
| M02X  | 289         | 30         | 8670       | 60343922,5               | 10000      | 245        | 3 | 123081,12 |
| M03X  | 290         | 30         | 8700       | 60972500                 | 10000      | 308        | 3 | 62598,21  |
| M04X  | 289         | 30         | 8670       | 60343922,5               | 10000      | 245        | 3 | 123081,12 |
| M05X  | 121         | 30         | 3630       | 4428902,5                | 10000      | 245        | 3 | 9033,46   |





| DISTRIBUCION FUERZA SISMICA H SEGÚN RIGIDEZ |                    |            |                 |                  |
|---|--------------------|------------|-----------------|------------------|
| MURO  | K (kg/cm)          | H TOTAL    | TOTAL K (kg/cm) | H REPARTIDO (kg) |
| M01X  | 9033,46            | 7148,75913 | 194712,78       | 331,658          |
| M02X  | 123081,12          | 7148,75913 | 194712,78       | 4518,84690       |
| M03X  | 62598,21           | 7148,75913 | 194712,78       | 2298,254         |
| M02X  | 123081,12          | 7148,75913 | 194712,78       | 4518,84690       |
| M03X  | 9033,46            | 7148,75913 | 194712,78       | 331,658          |
| VERIFICACION ESF. CORTE                     |                    |            |                 |                  |
| MURO  | H DEL MURO<br>(kg) | AREA (cm²) | 66% AREA        | TOTAL (Tτ)       |
| M01X  | 331,66             | 3630       | 2395,8          | 0,138433         |
| M02X  | 4518,85            | 8670       | 5722,2          | 0,789704         |
| M03X  | 2298,25            | 8700       | 5742            | 0,400253         |
| M04X  | 4518,85            | 8670       | 5722,2          | 0,789704         |
| M05X  | 331,66             | 3630       | 2395,8          | 0,138433         |

| CALCULO CARGA N |             |           |           |                          |          |            |
|-----------------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| MURO M01X       |             |           |           |                          |          |            |
| CARGA           | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO       | MADERA      | 1,79      | 1,87      | 250                      | -        | 836,825    |
| MUROS           | ALBAÑILERIA | 3,08      | 0,3       | 1600                     | 3,08     | 4553,472   |
| CONECTOR        | ALBAÑILERIA | 3,63      | 0,3       | 1600                     | 1,42     | 2474,208   |
|                 |             |           |           |                          | TOTAL N2 | 7864,505   |
|                 |             |           |           |                          | N1 + N2  | 13009,414  |
| MURO M02X       |             |           |           |                          |          |            |
| CARGA           | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO       | MADERA      | 3,99      | 1,87      | 250                      | -        | 1865,325   |
| MUROS           | ALBAÑILERIA | 2,89      | 0,3       | 1600                     | 3,08     | 4272,576   |
| CONECTOR        | ALBAÑILERIA | 3,99      | 0,3       | 1600                     | 1,42     | 2719,584   |
| TABIQUERIA      | MADERA      | 1,72      | 0,15      | 40                       | 3,00     | 30,96      |
|                 |             |           |           |                          | TOTAL N2 | 8888,445   |
|                 |             |           |           |                          | N1 + N2  | 14322,522  |





| MURO M02X  |             |           |           |                          |          |            |
|------------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO  | MADERA      | 3,99      | 1,87      | 250                      | -        | 1865,325   |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 2,89      | 0,3       | 1600                     | 3,08     | 4272,576   |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 3,99      | 0,3       | 1600                     | 1,42     | 2719,584   |
| TABIQUERIA | MADERA      | 1,72      | 0,15      | 40                       | 3,00     | 30,96      |
|            |             |           |           |                          | TOTAL N2 | 8888,445   |
|            |             |           |           |                          | N1 + N2  | 14322,522  |

| MURO M03X |             |           |           |                          |          |            |
|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO | MADERA      | 4,00      | 1,65      | 250                      | -        | 1650       |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 4,83      | 0,3       | 1600                     | 3,08     | 7140,672   |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 4,86      | 0,3       | 1600                     | 1,42     | 3312,576   |
|           |             |           |           |                          | TOTAL N2 | 12103,248  |
|           |             |           |           |                          | N1 + N2  | 20311,936  |

| MURO M04X  |             |           |           |                          |          |            |
|------------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO  | MADERA      | 3,99      | 1,87      | 250                      | -        | 1865,325   |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 2,89      | 0,3       | 1600                     | 3,08     | 4272,576   |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 3,99      | 0,3       | 1600                     | 1,42     | 2719,584   |
| TABIQUERIA | MADERA      | 1,72      | 0,15      | 40                       | 3        | 30,96      |
|            |             |           |           |                          | TOTAL N  | 8888,445   |
|            |             |           |           |                          | N1 + N2  | 14322,522  |

| MURO M05X |             |           |           |                          |          |            |
|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO | MADERA      | 1,76      | 1,87      | 250                      | -        | 822,8      |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,08      | 0,3       | 1600                     | 3,08     | 4553,472   |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 3,08      | 0,3       | 1600                     | 1,42     | 2099,328   |
|           |             |           |           |                          | TOTAL N  | 7475,6     |
|           |             |           |           |                          | N1 + N2  | 12560,416  |





| M    |                  |         |                    | M    |                 |         |                    |
|------|------------------|---------|--------------------|------|-----------------|---------|--------------------|
| MURO | h TOTAL (cm)     | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm) | MURO | h TOTAL<br>(cm) | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm) |
| M01X | 245              | 331,658 | 81256,1599         | M01X | 308             | 331,658 | 102150,601         |
| M02X | 245              | 4518,85 | 1107117,49         | M02X | 308             | 4518,85 | 1391804,844        |
| M03X | 308              | 2298,25 | 707862,367         | M03X | 308             | 2298,25 | 707862,3672        |
| M04X | 245              | 4518,85 | 1107117,49         | M04X | 308             | 4518,85 | 1391804,844        |
| M05X | 245              | 331,66  | 81256,1599         | M05X | 308             | 331,66  | 102150,601         |
| W    |                  |         |                    |      |                 |         |                    |
| MURO | INERCIA<br>(cm4) | V (cm)  | TOTAL W<br>(cm³)   |      |                 |         |                    |
| M01X | 4428902,5        | 60,5    | 73205              |      |                 |         |                    |
| M02X | 60343922,5       | 145     | 417605             |      |                 |         |                    |
| M03X | 60972500         | 145,0   | 420500             |      |                 |         |                    |
| M04X | 60343922,5       | 145     | 417605             |      |                 |         |                    |
| M05X | 4428902,5        | 60,5    | 73205              |      |                 |         |                    |

|   |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
|---|------------------------|-------------------|--|-----------------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|
| AREA  |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| MURO  | AREA (cm²)             |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M01X  | 3630                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M02X  | 8670                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M03X  | 8700                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M04X  | 8670                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M05X  | 3630                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
|   |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION   |                        |                   |  | ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                      |  |  |  |
| MURO  | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION (kg/cm²) |  | MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION<br>(kg/cm²) |  |  |  |
| M01X  | 4,6938                 | 2,47388           |  | M01X                              | 4,9793                 | 2,18846              |  |  |  |
| M02X  | 4,3031                 | -0,99915          |  | M02X                              | 4,9848                 | -1,68086             |  |  |  |
| M03X  | 4,0181                 | 0,65132           |  | M03X                              | 4,0181                 | 0,65132              |  |  |  |
| M04X  | 4,3031                 | -0,99915          |  | M04X                              | 4,9848                 | -1,68086             |  |  |  |
| M05X  | 4,5702                 | 2,35019           |  | M05X                              | 4,8556                 | 2,06476              |  |  |  |
| Planta 1: Ejes de la cruz / Eje 1: Planta 2: Crescente Exa / Eje 1: Planta 1: Crescente Exa / |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |

Los dos últimos cuadros corresponden a esfuerzos de compresión y tracción obtenidos por momentos en los cuales primero se consideró la misma altura de muros que la estimada para cálculo de rigideces y luego con la mayor altura, o sea con el mayor momento probable.

Método Modal Espectral realizada por el ingeniero Richard Vásquez con programa de elementos finitos Etabs



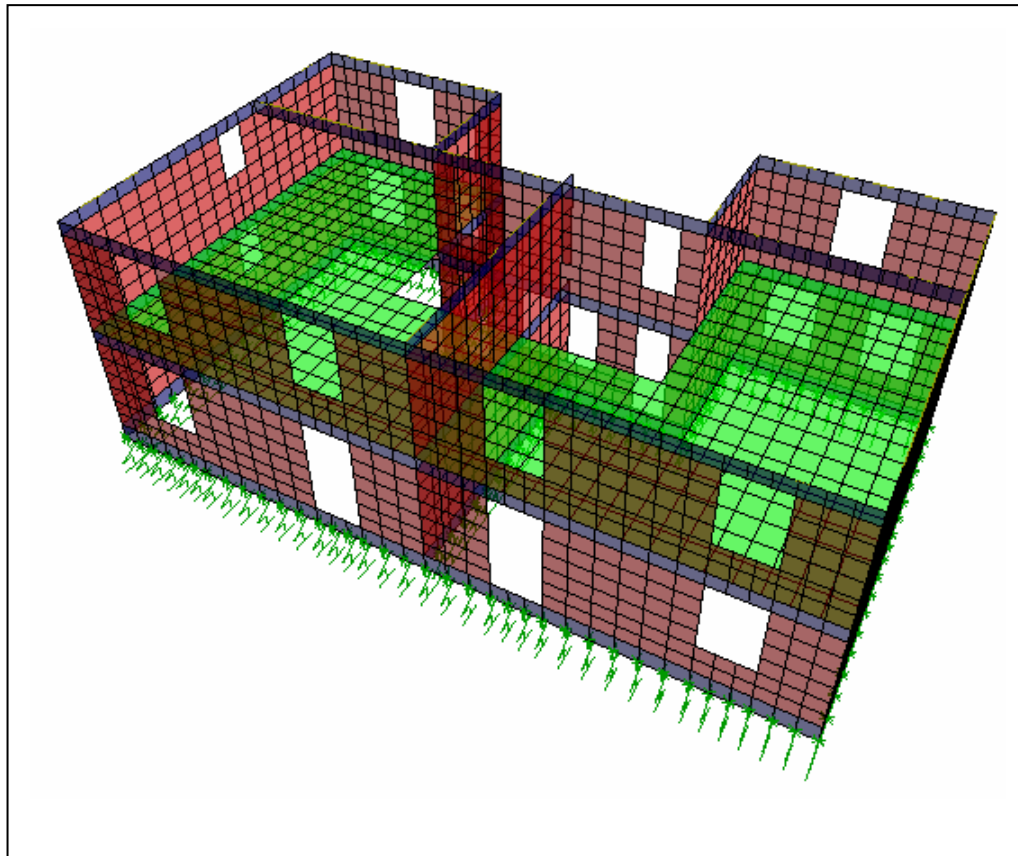


FIG. 2.132, Isométrica Tipología C Modelación Ingeniero Richard Vásquez

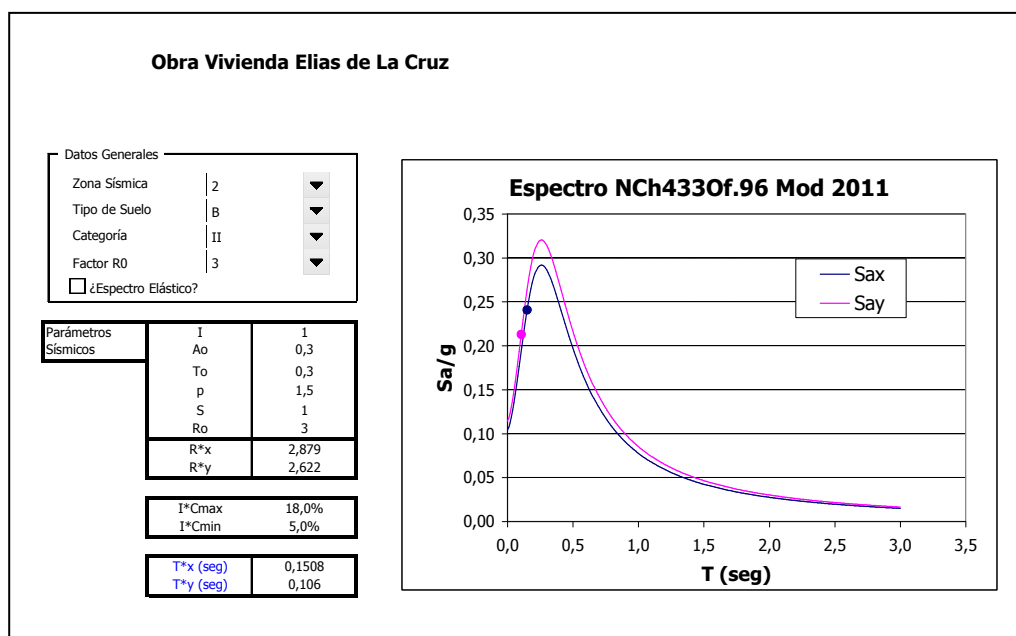


FIG. 2.133, Espectro casa 3

Imagen: Ingeniero Richard Vásquez



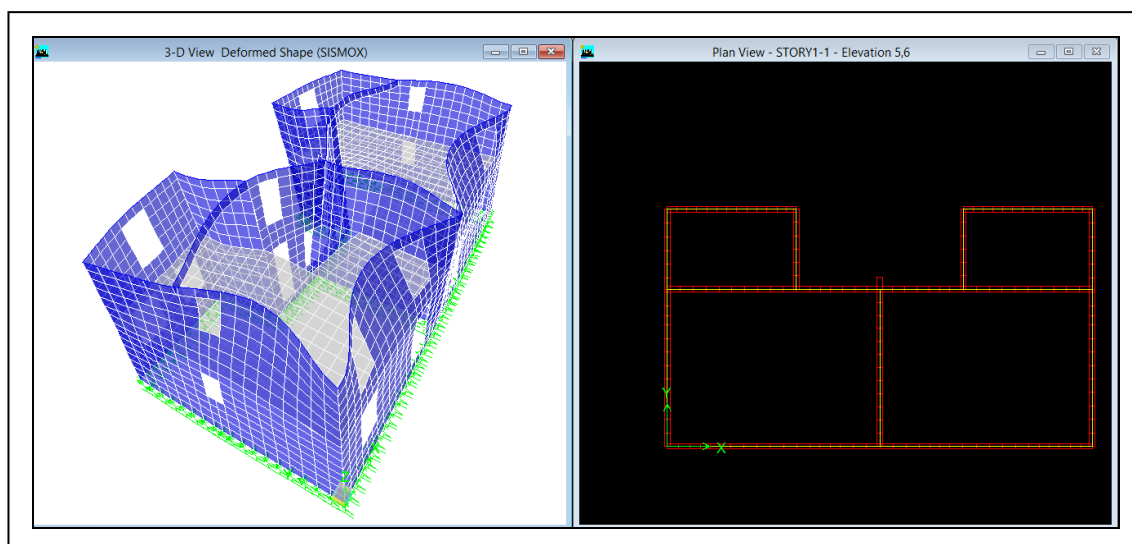


FIG. 2.134, Modelo 3D de la deformación de la estructura sismo en x.

### Deformada de la Estructura Sismo X

TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X, en cm.

| Story    | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1-1 | 766   | SISMOX | 0,2081 | 0,0525 | 0,0223 | 0,00008 | 0,00056 | 0,00016 |

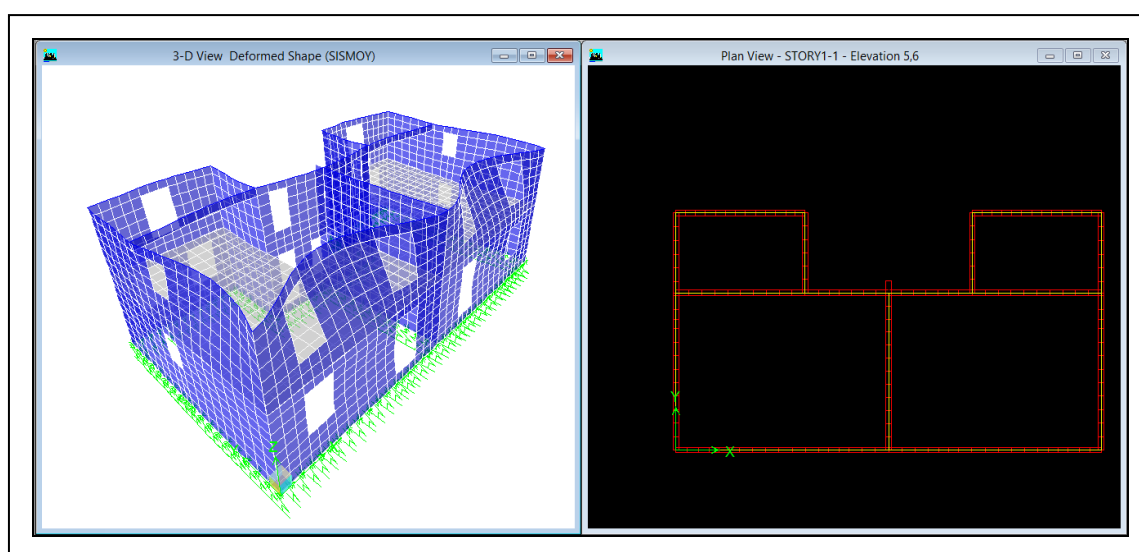


FIG. 2.135, Modelo 3D de la deformación de la estructura sismo en y.

### Deformada de la Estructura Sismo Y

TABLA D-2 Deformación Máxima sismo Y, en cm.

| Story    | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1-1 | 712   | SISMOY | 0,0023 | 0,3362 | 0,0212 | 0,00129 | 0,00001 | 0,00013 |







## Observaciones

Si bien es cierto, la vivienda está satisfaciendo un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta. Pero, es posible que los muros incluyan piezas metálicas entre hiladas y en conexiones de muros, dado la resistencia aparente que han demostrado.

Se presentan muros en dirección X con problemas asociados a esfuerzos de compresión simple y flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de  $0.67 \text{ cm}^2$  en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.

Muros en dirección Y, no presentan problemas por tratarse de paños sin aberturas considerables, es decir presentan una mayor sección transversal y por ende una mayor resistencia ante las sollicitaciones externas (esfuerzos de corte, compresión estática, flexo-compresión).

Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 50 cm.

Altura fundación: 45 cm.

Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009; en donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.

El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera utilizarse un menor valor que el máximo entregado por la Normativa Sísmica. En la época de construcción probablemente se usó un





coeficiente aproximado a un 10 o 12% y no el 18% con el que se efectuaron los cálculos de este estudio.

Se ha considerado exclusivamente la densidad estructural en planta de muros de albañilería de ladrillo. Se ha despreciado la colaboración en densidad de los tabiques interiores. Sin embargo no se ha desatendido la colaboración sísmica de dichos tabiques.

La densidad estructural total de la planta en primer nivel de casa C es 12,20%, bastante si la comparamos con la Catedral de México, que no supera esa cifra y es cercana al 12% (Meli, 1998: 50).

La densidad estructural total de la planta en segundo nivel de casa C es 13,07%, superior a la de primer piso. Ideal sería obtener mayor densidad en primer nivel que en segundo, pero generalmente tiene mayor fenestración el nivel de tierra, por necesidades funcionales como acceso y comunicación con patios.

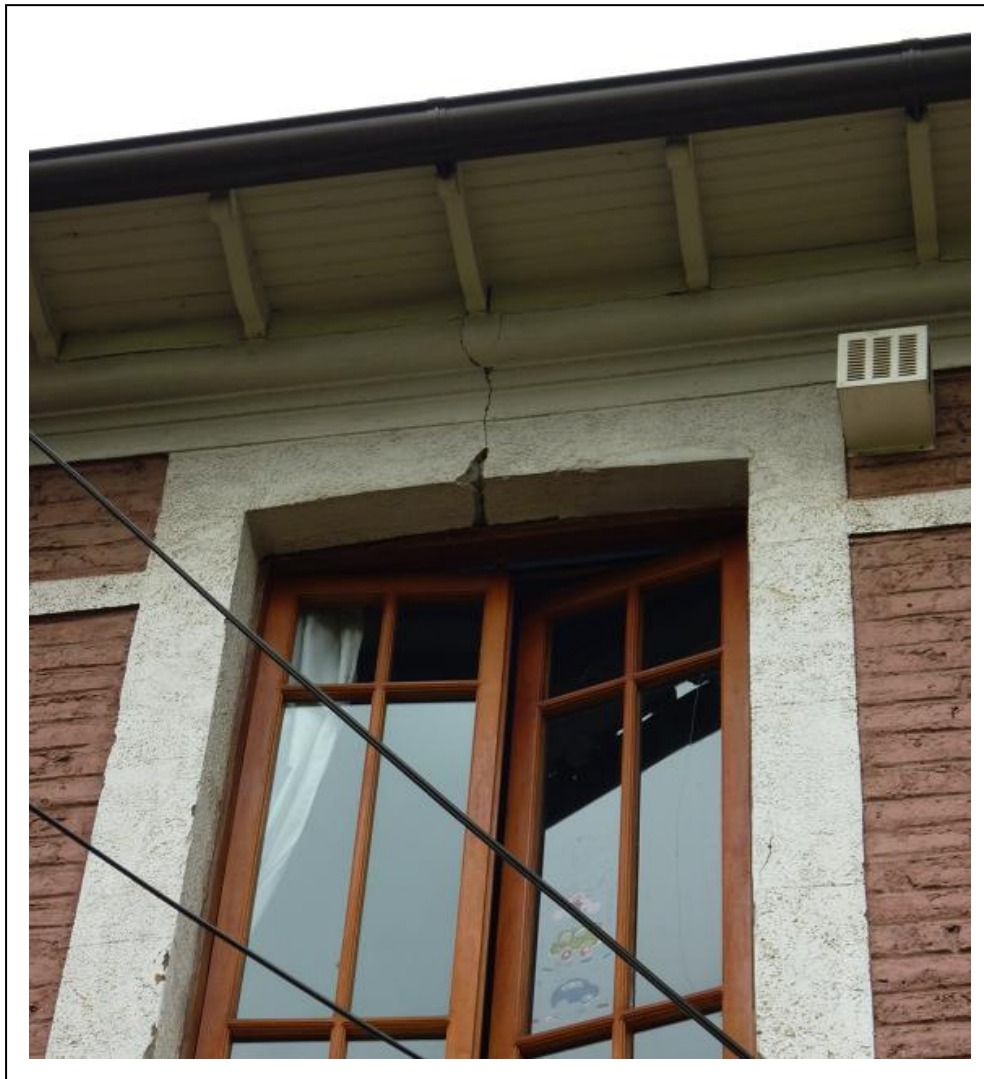
La distancia vertical entre vanos es superior a 60 cm. La mayoría de vanos se encuentran enmarcados en reforzamientos de albañilería y estucos.

Buena conexión entre cubierta y muros, salvo algunas excepciones que han sido intervenidas inapropiadamente



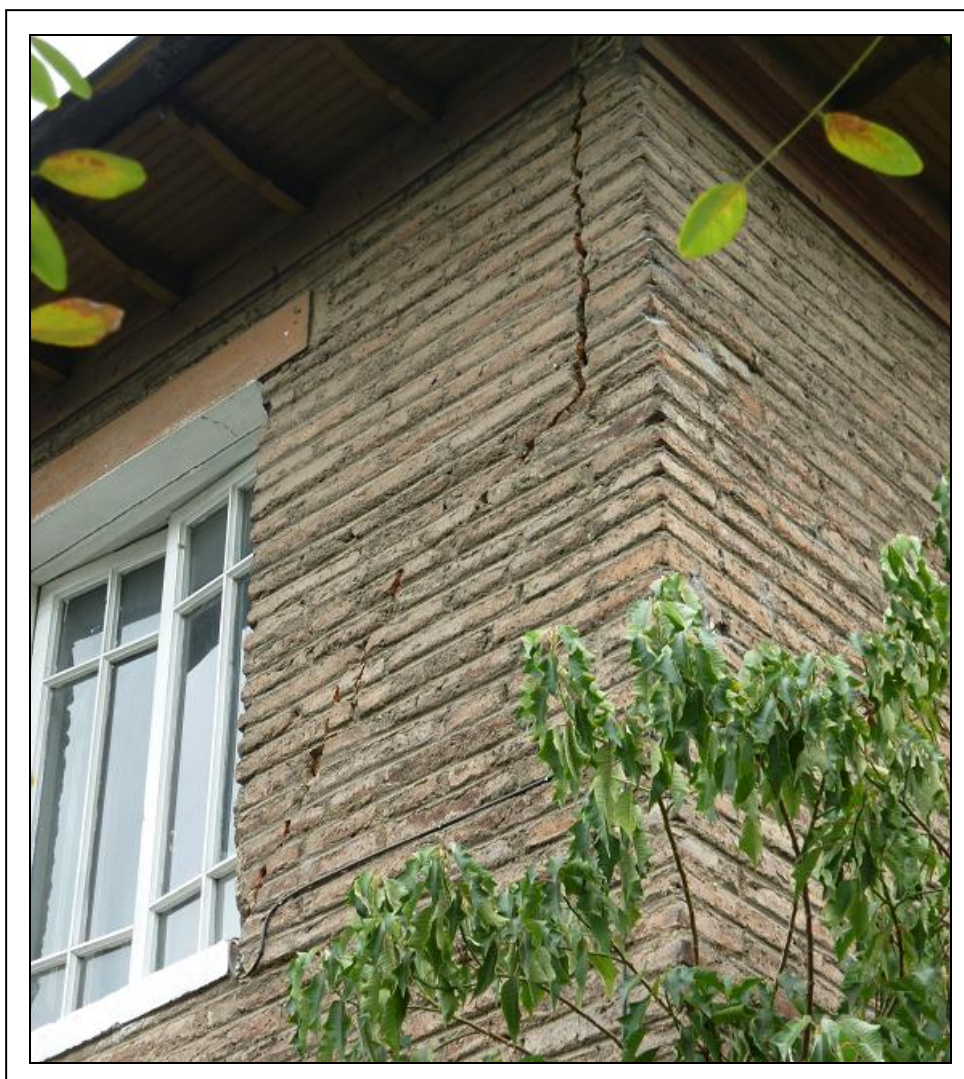
**FIG. 2.136,** Inapropiada conexión entre muros y cubierta. Imagen propia





**FIG. 2.137,** Grieta por flexión. Imagen propia.





**FIG. 2.138,** Grieta por corte. El vano perdió su confinamiento. Imagen propia

Buena calidad del suelo. No hay asentamientos diferenciales. Buena conexión entre fundaciones y estructura.

Probablemente la albañilería posee morteros ricos en cal

Se sugiere consultar cálculos estructurales en Anexo.








## 2.8.2. Caso Conjunto La Colmena.

### 2.8.2.1. Ficha Conjunto La Colmena.

| Nombre del Conjunto:   | Código de Estudio:  |
|--|---|
| La Colmena   | C4  |
| Ubicación.   | Normativas Aplicadas.   |
| <p>CALLES: Crescente Errázuriz, Suárez Mujica, Los Jazmines, José Manuel Infante.</p>  <p>FIG. 2.139, Dibujo: Karen Gallardo</p> | <p><b>Usos de suelo permitidos:</b><br/>Residencial: De todo tipo.<br/>Equipamientos: Clases de Equipamiento de acuerdo a lo definido en el artículo. 2.1.33 de la OGUC, excepto los expresamente prohibidos a continuación.</p> <p><b>Usos de suelo prohibidos:</b><br/>Equipamientos; Todos los expresamente indicados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud: Clínicas Psiquiátricas, Cementerios y Crematorios.</li> <li>- Educación: Locales de Educación superior., Técnica y centros de Capacitación.</li> <li>- Seguridad: Cuarteles de Bomberos; Cárceles y Centros de detención.</li> <li>- Deportes: Estadios, Saunas, baños turcos</li> <li>- Esparcimiento: Juegos electrónicos salvo que se emplacen en centros comerciales.</li> <li>- Parques zoológicos, casinos de juegos, Juegos mecánicos,</li> <li>- Comercio: Grandes tiendas, mall y megamercados, Mercados, Playas de Estacionamiento y Discotecas.</li> <li>Restaurantes, Bares, y Distribuidoras de gas licuado.</li> <li>Estaciones (venta minorista de combustibles líquidos) o Centros de Servicio Automotor.</li> <li>- Culto y Cultura: Salas de concierto o espectáculos, Cines, Teatros, Auditorios, Centros de convenciones, exposiciones o difusión de toda especie y Medios de Comunicación, entre otros, canales de televisión, radio y prensa escrita.</li> </ul> <p>Actividades Productivas: Todas en general.</p> |





| Normativa Urbanística de Zona.  |   |
|---|---|
| <b>Z-4m</b>   |   |
| <b>Uso Residencial</b>  |   |
| Superficie predial mínima   | 300 m <sup>2</sup>  |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo:  | 40%   |
| En predios de superficie<br>≤ a 300 m <sup>2</sup> ;  | 60%   |
| Coeficiente máx. de constructibilidad:  | 1   |
| Terrenos ≥ 1000 m. <sup>2</sup> :   | 1,5   |
| Sistema de agrupamiento   | Aislado, Pareado  |
| Porcentaje máximo de pareo en el deslinde, con altura de 6 m  | 40%   |
| Adosamiento   | Según Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, retirado 3m. de la línea de edificación. |
| Altura de edificación:  | 3 pisos máx., 8 m. de altura.   |
| Terrenos ≥ 1000 m. <sup>2</sup> :   | 5 pisos, 14 m. de altura medidos desde el nivel de la solera.                                   |
| Rasante   | 60°   |
| Densidad neta máxima hasta 5 pisos  | 1.000 hab./há.  |
| Antejardín mínimo   | 5 m   |
| a. En uno a tres pisos  |   |
| b. En cuatro pisos  | Según Artículo 11 de esta Ordenanza   |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 pisos.   | 5 m   |
| <b>Uso Equipamiento</b>   |   |
| Superficie predial mínima   | 500 m <sup>2</sup>  |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo:  | 40%   |
| Coeficiente máx. de constructibilidad:  | 1.5   |
| Sistema de agrupamiento   | Aislado.  |
| Rasante   | 60°   |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 pisos.   | 4 m.  |
| Antejardín Mínimo   | 5 m.  |
| - 1 a 3 Pisos   |   |
| - 4 pisos o más   | Según Artículo 11 de la Ordenanza Comunal   |
| <b>Perfil de la Calle José Manuel Infante.</b>  |   |
| <p style="text-align: center;">CALLE<br/>J. M. INFANTE</p> <p style="text-align: center;">14<br/>9</p> <p style="text-align: center;">2,5      2,5</p> <p style="text-align: center;">VEREDA      CALZADA      VEREDA</p> |   |
| <p style="text-align: center;"><b>FIG. 2.140, Calle Principal José Manuel Infante. Dibujo: Karen Gallardo</b></p>   |   |







## Planos Anteriores del Conjunto.

### Planos encontrados en los archivos de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Ñuñoa.



FIG. 2.141, Plano Conjunto La Colmena.



FIG. 2.142, Aumento extraído de imagen anterior, (plano del conjunto)

Obs.: A pesar de aparecer en planos de conjunto y constatar en terreno, no hay planos de arquitectura de Tipología 2 en archivos municipales.

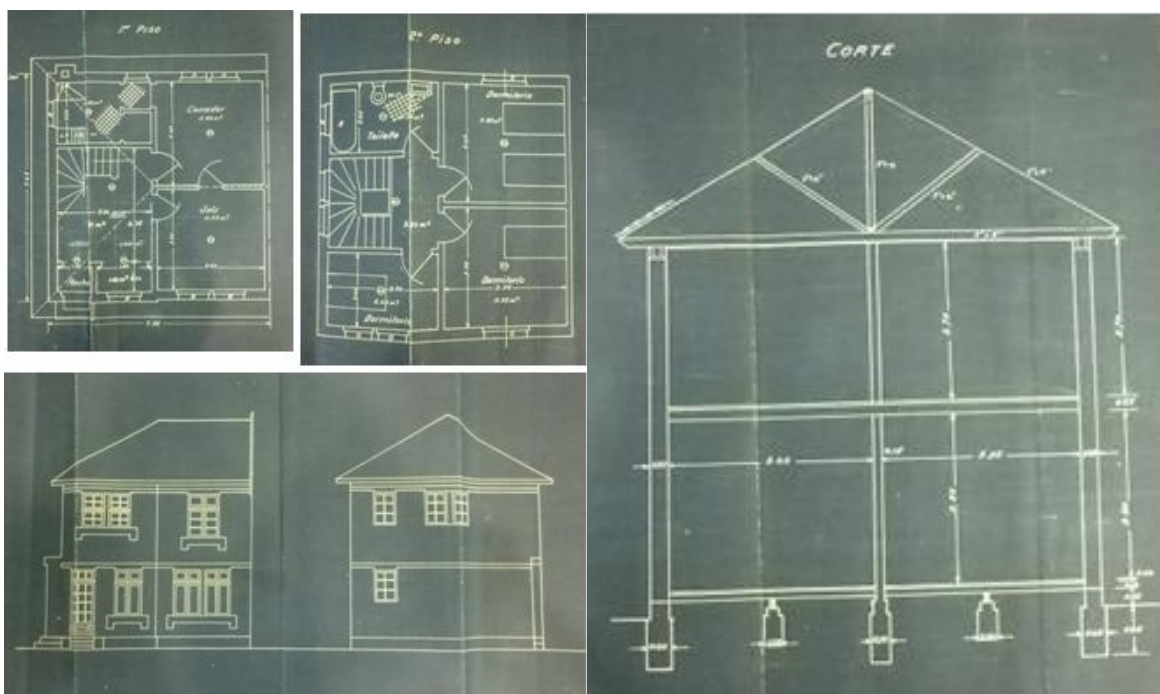


FIG. 2.143, Tipología 1.



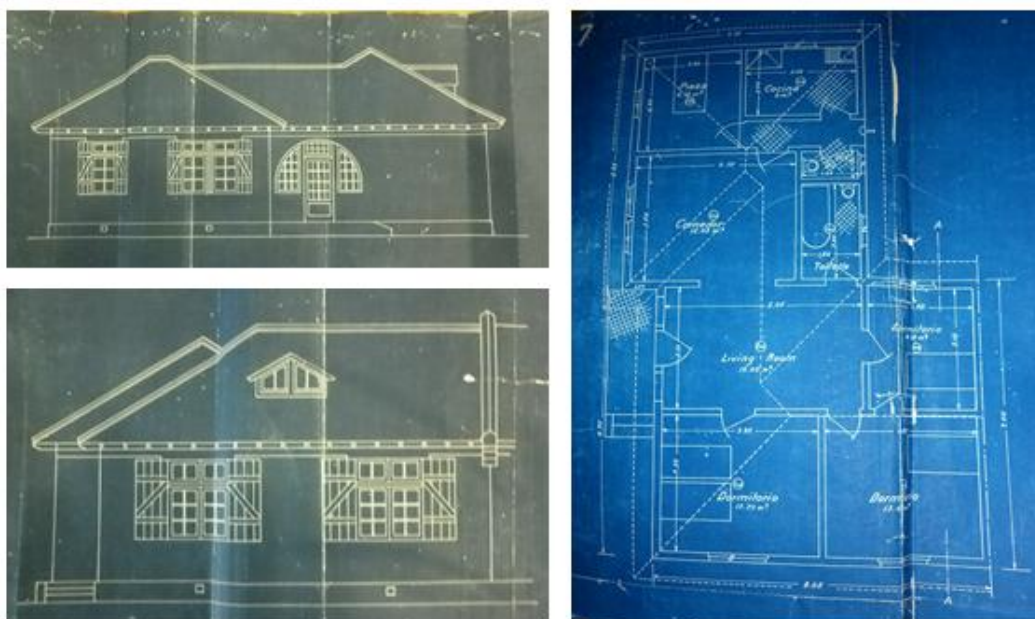


FIG. 2.144, Tipología 3 del Conjunto La Colmena.

## ARQUITECTURA

|                    |  |
|--------------------|--|
| Nº DE PROPIEDADES: | 30 (más 4 de otra manzana, que también pertenecen al conjunto)                             |
| AÑO CONSTRUCCION   | 1928   |
| ARQUITECTO         | ---  |
| MATERIALIDAD       | Albañilería simple con ladrillo artesanal. Interior estructura de madera con relleno adobe |
| CONSERVACION*      | ---  |
| USO                | Vivienda   |

## SUPERFICIES

| Manzana            |           | Vivienda                |          |                |               |
|--------------------|-----------|-------------------------|----------|----------------|---------------|
| TERRENO            | 8580 m2   | PREDIOS(frente x fondo) |          | CONSTRUCCIONES |               |
| CONSTRUCCION       | 2575,4 m2 | A 10,4 x 23             | 239,2 m2 | Tipo1          | 112,25 m2 (4) |
| OCUPACION DE SUELO | 2350,9 m2 | B 11,9 x 26             | 309,4 m2 | Tipo2          | 84,6 m2 (14)  |
|                    |           |                         |          | Tipo3          | 78,5 m2 (12)  |

## PORCENTAGE DE OCUPACION COEFICIENTE DE CONSTRUCTIBILIDAD

|                      |                      |
|----------------------|----------------------|
| <b>Manzana.:</b> 27% | <b>Manzana.:</b> 0,3 |
| <b>Viviendas.:</b>   | <b>Viviendas.:</b>   |
| TIPO1: 23%           | TIPO1: 0,47          |
| TIPO2: 27%           | TIPO2: 0,27          |
| TIPO3: 25%           | TIPO3: 0,25          |

## OTROS

|   |  |
|---|--|
| Densidad:<br>58,77 h/has Aproximadamente. | Alturas:<br>Caso Predio Mayor: Altura total: 5,9 m<br>Caso Predio Menor: Altura total: 8,8 m |
|---|--|





## Superficies y Alturas.

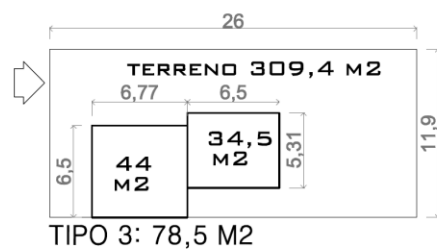
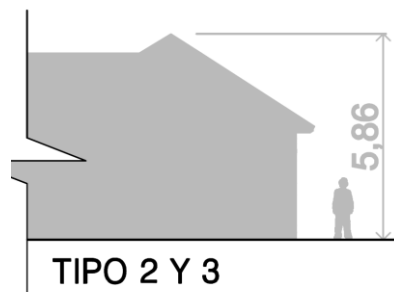
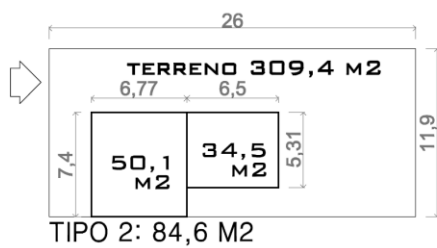
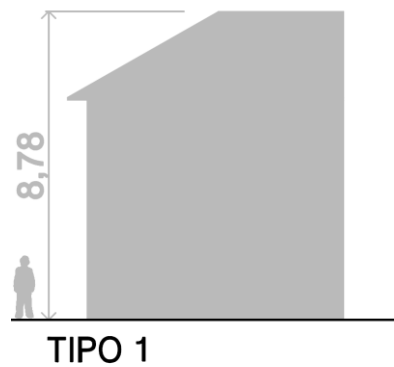
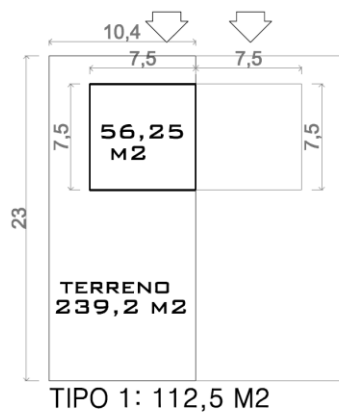


FIG. 2.145, Esquemas de superficie y alturas, fuente propia.





## 2.8.2.2.- Presentación de conjunto.

### Descripción general.

Este conjunto residencial se encuentra ubicado en una manzana rectangular de 52 m x 165 m aproximadamente y se constituye por las calles Crescente Errázuriz, Suárez Mujica, Los Jazmines y José Manuel Infante mas cuatro terrenos ubicados en la esquina norponiente de la intersección Suárez Mujica y José Manuel Infante. Las manzanas colindantes a ésta tienen por un lado la misma regularidad y por otro se ven afectadas por la diagonal República de Israel.

El conjunto La Colmena está dividido en 30 terrenos repartiéndose 5 al norte, 5 al sur, 10 al poniente y 10 al oriente. Además, como se explica anteriormente y según planos municipales, existen 4 terrenos en manzana colindante que también forman parte de este conjunto con sus respectivas tipologías.

Las casas pertenecientes a este conjunto son todas de tipo pareadas excepto las que se encuentran en las esquinas nor-oriente y sur-oriente, que son aisladas.

Estas viviendas se proyectan bajo el alero de una planificación urbana en terrenos que alguna vez gozaron de características rurales.

### Tipologías.

**Tipo 1:** Existen sólo 4 casas de este tipo, y se encuentran a mitad de cuadra, por lo que no se ubica ninguna como casa de esquina. Dos de ellas dan a calle Suárez Mujica y las otras dos a calle Crescente Errázuriz. La materialidad de éstas tiene la misma característica que las del resto del conjunto. Mantienen zócalos y pilares de ladrillo en cierros a la calle.





FIG. 2.146, Casa Tipo 1. Imágenes: Luis Vargas.

Las fachadas muestran vanos enmarcados en finos estucos que contrastan con la albañilería. Se observa una fuerte presencia del muro cortafuego entre unidades pareadas, que sobresale del plano de fachada y cubierta.

**Tipo 2 y 3:** Se encuentran en mayor número y son de un piso, la mayoría aún mantiene su materialidad a la vista<sup>76</sup> y su cubierta de tejas de arcilla. Estas tipologías se presentan juntas por ser prácticamente iguales, diferenciándose sólo por un pequeño detalle en el acceso. La Tipología 3 elimina una franja del volumen delantero, retranqueando su fachada para tener un acceso visto y más directo en relación a la calle. La Tipología 2 mantiene regularidad de volumen delantero escondiendo su acceso.



FIG. 2.147, Casa Tipo 2 y 3, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas

<sup>76</sup> Ladrillo que se visualiza tras una capa de pintura sobre estuco proyectado







**FIG. 2.148,** Casa Tipo 2, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas



**FIG. 2.149,** Casa Tipo 3, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas







FIG. 2.150, Cortafuego de Tipos 2 y 3, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas

### Valores arquitectónicos.

**Morfológicos:** Las formas obedecen a sus elementos y criterios constructivos. El conjunto se destaca por una gran variedad formal, volumétrica y espacial. En algunos casos, especialmente en las esquinas, la tipología original está excesivamente intervenida.

**Constructivos:** Sobresale la calidez y el adecuado uso del ladrillo a la vista. Se destacan cubiertas de teja de arcilla en pendiente en tonos ladrillo gastado por el paso de los años, pero en buen estado.

### Valores urbano arquitectónicos.

Conjunto de valiosa identidad espacial y formal que acrecienta su rol residencial, destacando por su calidad ambiental dentro de un sector consolidado. Algunas casas se destacan por mantener sus cierros originales con zócalos y pilares en ladrillo y reja superior en madera, dispuesta de tal modo que permite al peatón interactuar con las viviendas. Destacan antejardines al interior de los predios y algunos hermosos jardines que forman parte de la calle.





## Estado de conservación.

Las viviendas presentan, en general, buen estado de conservación, aunque un pequeño porcentaje han sido intervenidas, alterando sus características originales.



FIG. 2.151, Vivienda Intervenida a su morfología Original, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas

## Usuarios.

Se observa que la mayoría de las casas están siendo ocupadas por grupos familiares compuestos por padre, madre, algún abuelo o tíos y dos o tres hijos. También algunas casas son ocupadas por grupos etéreos de edad avanzada. Algunas viviendas presentan uso de oficina, conservando uso de vivienda.

## Amenazas a la densidad.

Los edificios en altura no constituyen mayor amenaza en el sector; éstos se posicionan preferentemente cercanos a los bordes de calles principales como Grecia y José Domingo Cañas, más alejadas del conjunto.





**FIG. 2.152,** Calle José Miguel Infante Vista hacia J. D. Cañas, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas



**FIG. 2.153,** Avenida Grecia, Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas



**FIG. 2.154,** Casa Circundantes al Conjunto La Colmena. Imágenes: Luis Vargas





### 2.8.2.3.- Ficha Presentación Tipologías.

| Tipología de Vivienda:  | Conjunto al que pertenece:   | N° de Ficha: |
|---|--|--------------|
| 1   | La Colmena   | N° 1         |
| Ubicación   | Imagen   |              |
|  <p>FIG. 2.155, Dibujo: Luis Vargas</p> |  <p>FIG. 2.156, Imagen: Luis Vargas</p> |              |





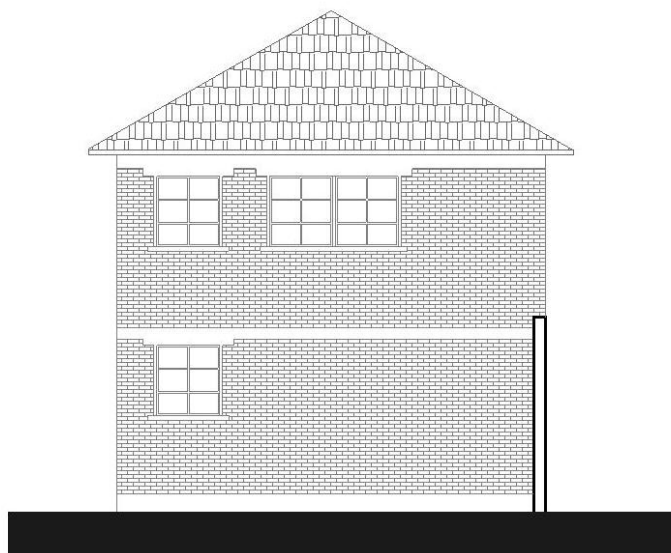
### Fachada Principal



0 1 5 m.

FIG. 2.157, Dibujo: Luis Vargas

### Fachada Lateral



0 1 5 m.

FIG. 2.158, Dibujo: Luis Vargas





### Planta de Arquitectura 1° Piso

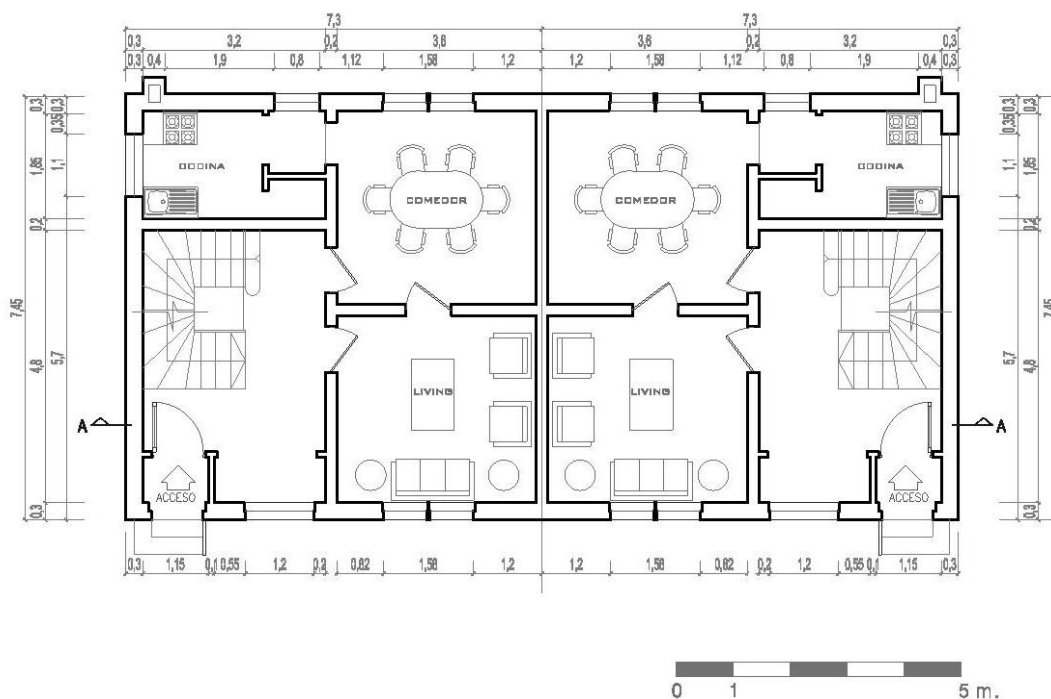


FIG. 2.159, Imagen: Luis Vargas

### Planta de Arquitectura 2° Piso

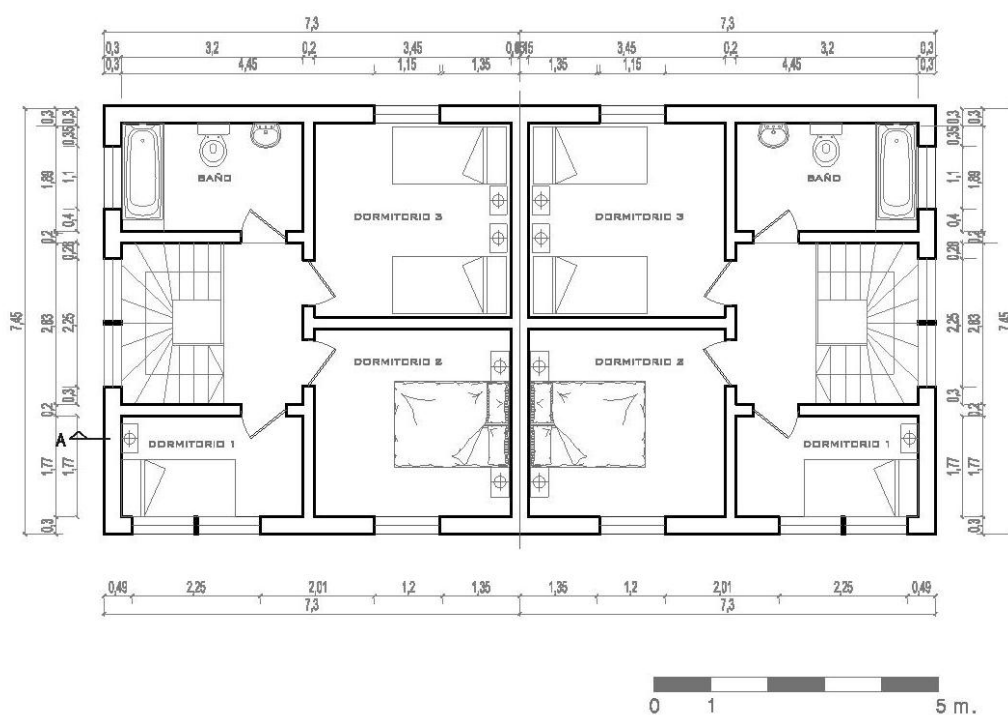


FIG. 2.160, Imagen: Luis Vargas







## Corte A-A

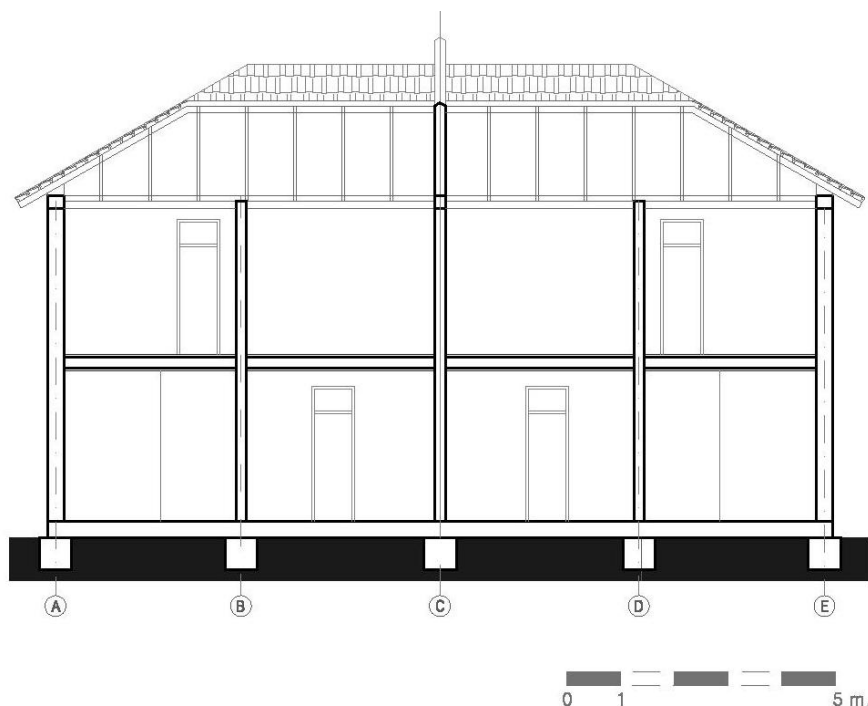


FIG. 2.161, Imagen: Luis Vargas

## Escantillón 1

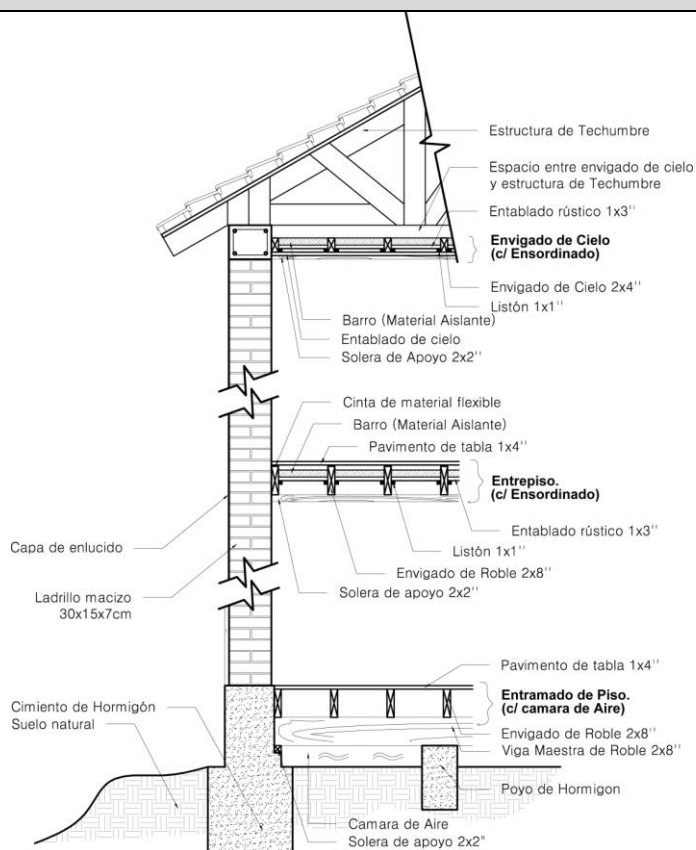


FIG. 2.162, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales





### Planta de Estructura 1° Piso

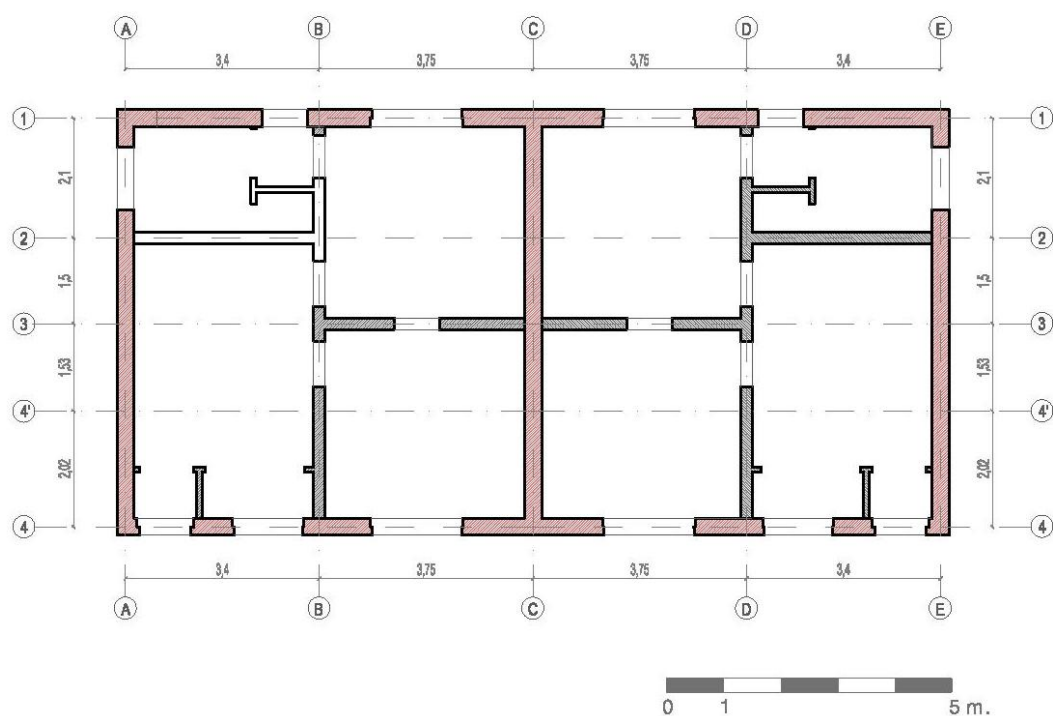


FIG. 2.163, Imagen: Luis Vargas

### Planta de Estructura 2° Piso

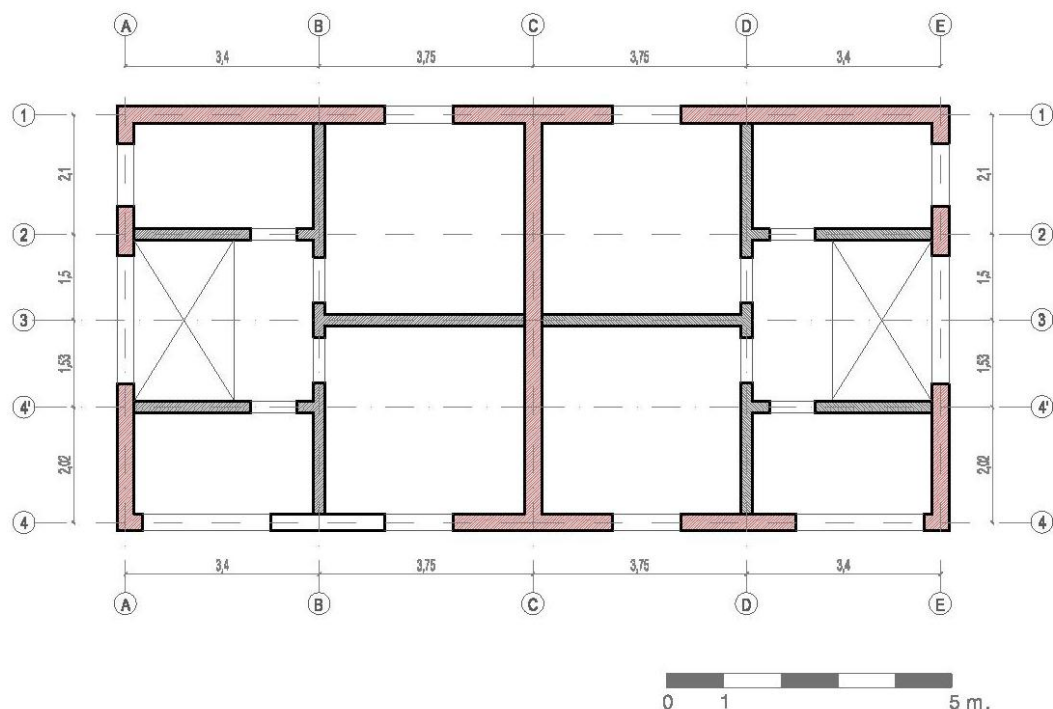


FIG. 2.164, Imagen: Luis Vargas





| Tipología de Vivienda:   | Conjunto al que pertenece:  | N° de Ficha: |
|--|---|--------------|
| 2  | La Colmena  | N° 2         |
| Ubicación  | Imagen  |              |
|  <p><b>FIG. 2.165, Dibujo: Luis Vargas</b></p> |  <p><b>FIG. 2.166, Imagen: Luis Vargas</b></p> |              |





### Fachada Principal

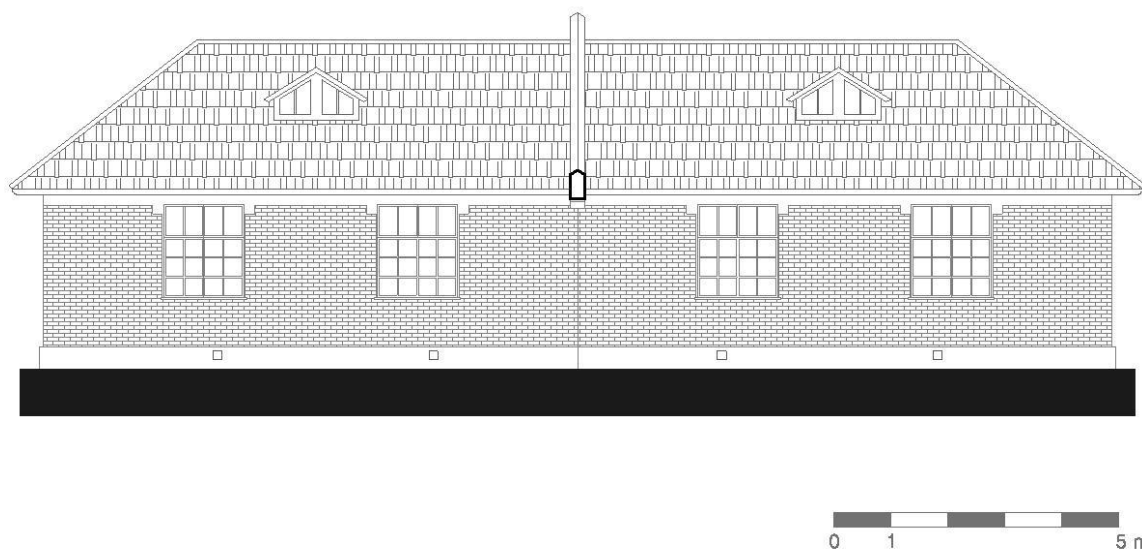


FIG. 2.167, Dibujo: Luis Vargas

### Fachada Lateral

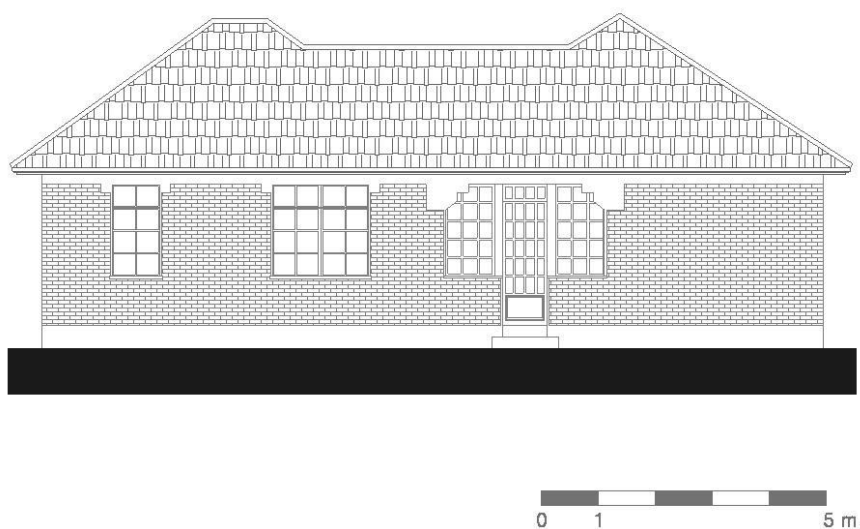


FIG. 2.168, Dibujo: Luis Vargas





## Planta de Arquitectura 1° Piso

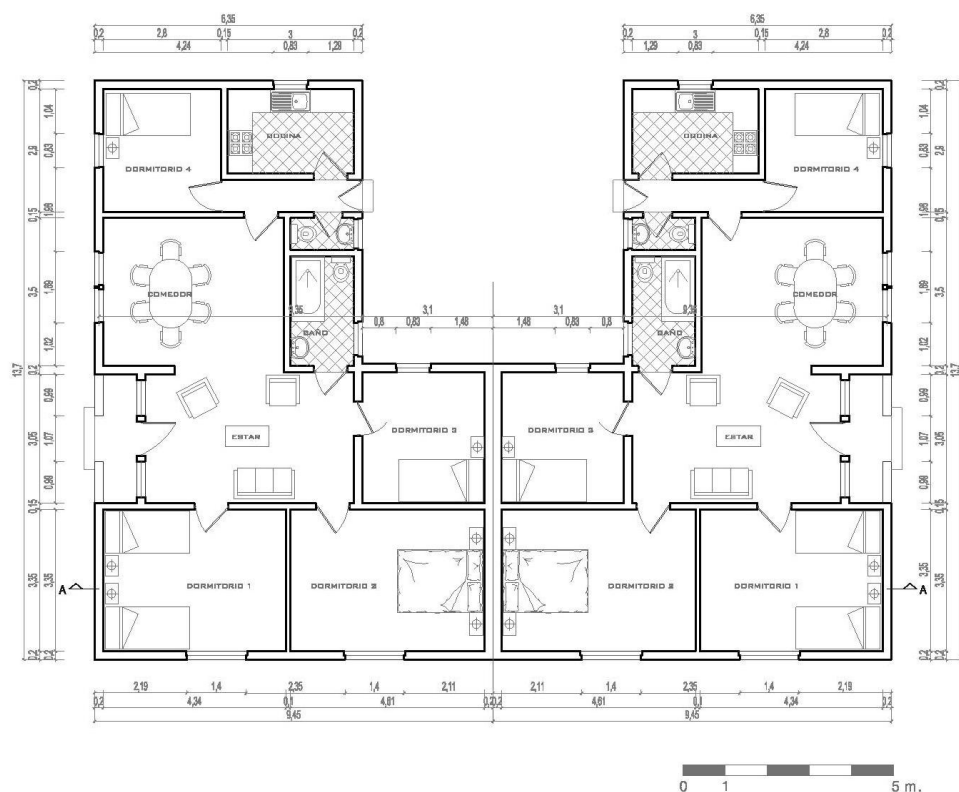


FIG. 2.169, Imagen: Luis Vargas

## Corte A-A

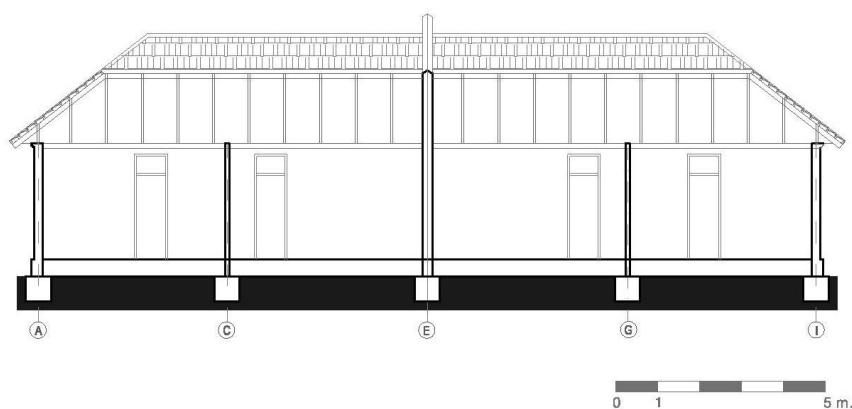


FIG. 2.170, Imagen: Luis Vargas





## Escantillón 1

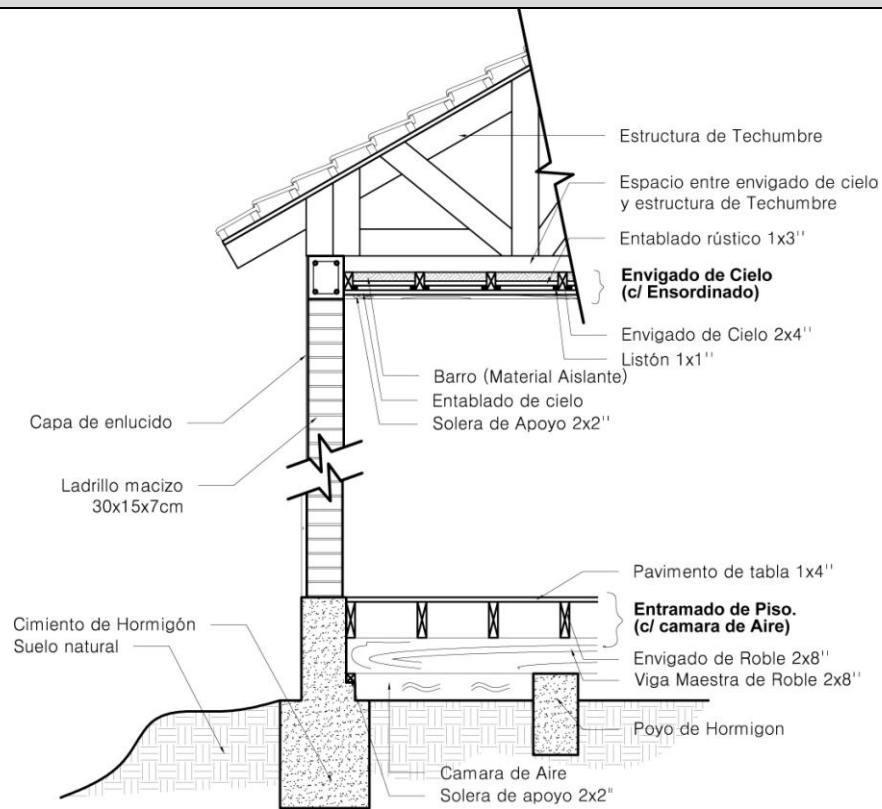


FIG. 2.171, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales

## Planta de Estructura 1° Piso

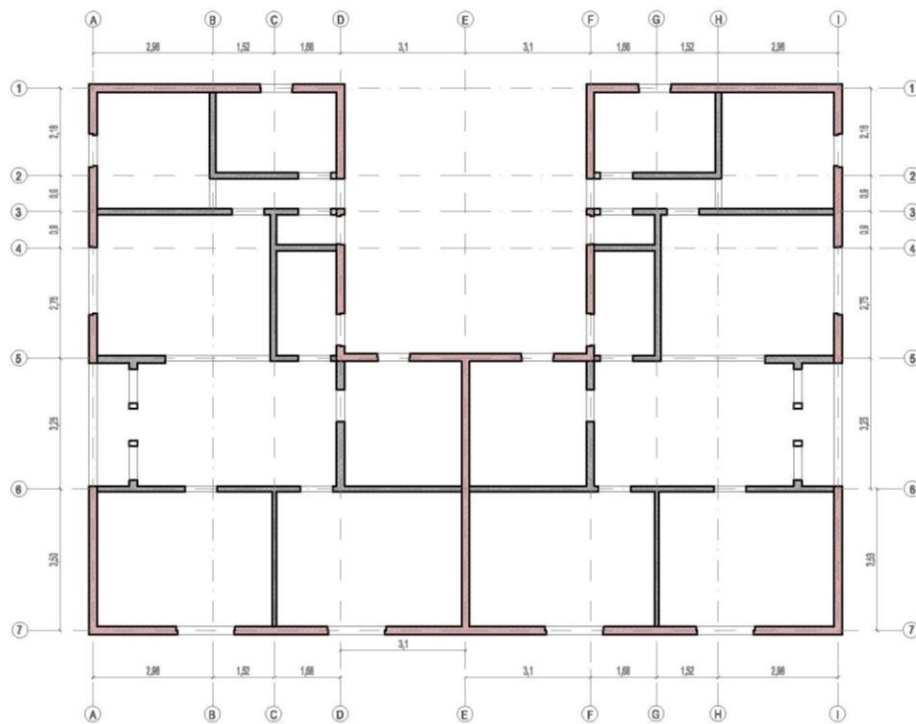



FIG. 2.172, Imagen: Luis Vargas







| Tipología de Vivienda:   | Conjunto al que pertenece:  | N° de Ficha: |
|--|---|--------------|
| 3  | La Colmena  | N° 3         |
| Ubicación  | Imagen  |              |
|  <p><b>FIG. 2.173, Dibujo: Luis Vargas</b></p> |  <p><b>FIG. 2.174, Imagen: Luis Vargas</b></p> |              |





### Fachada Principal



FIG. 2.175, Dibujo: Luis Vargas

### Fachada Lateral



FIG. 2.176, Dibujo: Luis Vargas





## Planta de Arquitectura 1° Piso

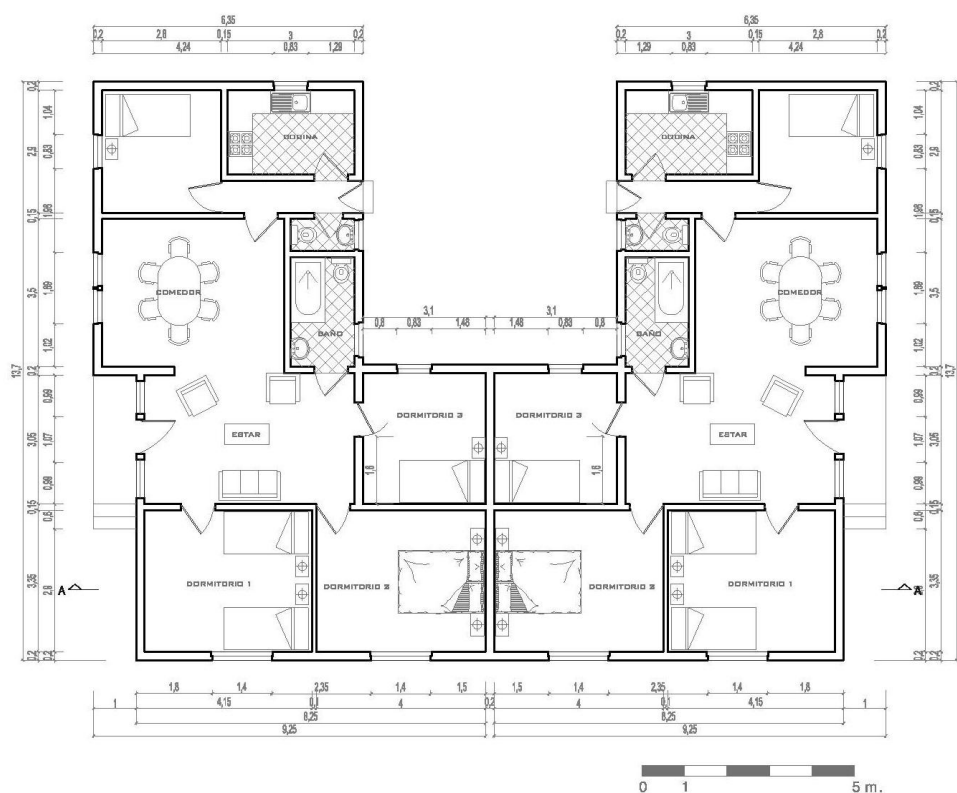


FIG. 2.177, Imagen: Luis Vargas

## Corte A-A

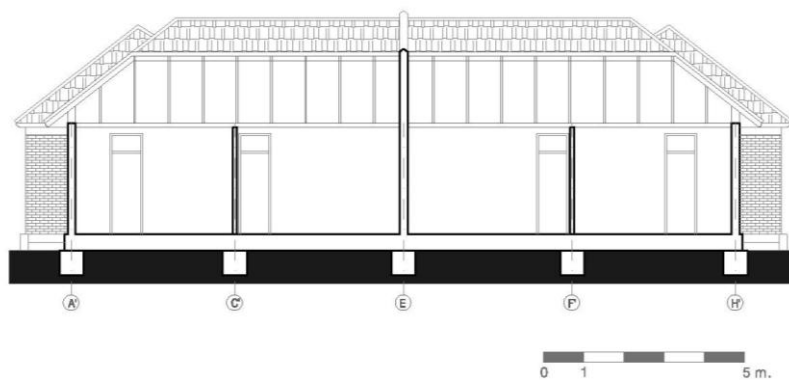


FIG. 2.178, Imagen: Luis Vargas





## Escantillón 1

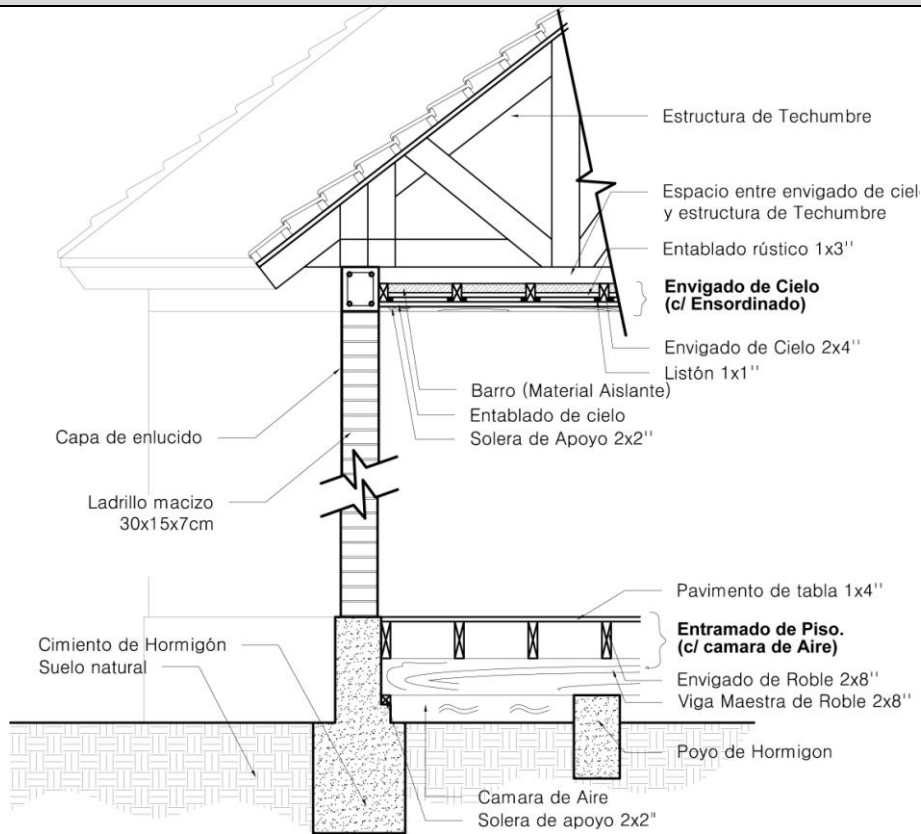


FIG. 2.179, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales

## Planta de Estructura 1° Piso

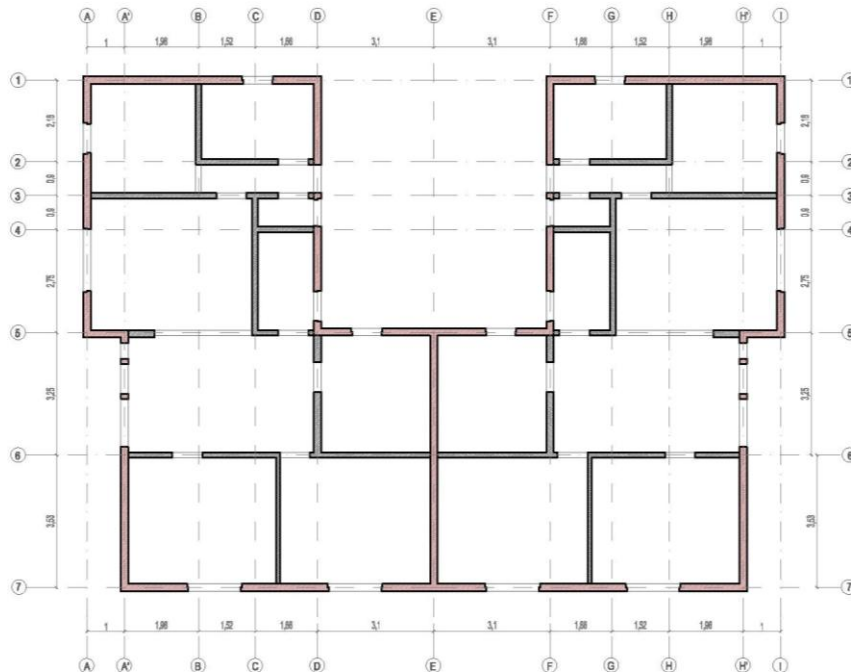


FIG. 2.180, Imagen: Luis Vargas





FIG. 2.182, Imagen: Luis Vargas

#### Observaciones:

1.- Para la aplicación de cálculo estructural se consideró viviendas pareadas funcionando como bloque único.

2.- En el caso de la tipología 1 (de dos pisos) se observan, superficialmente, cadenas tanto en el entrepiso como en la coronación. Al observar planos de archivos municipales se da cuenta, en corte estructural, (ver fig. 2.143) de que existe cadena sólo en su coronación, concluyendo que lo que se ve en fachada marcando entrepiso, es una simple terminación para tapar vigas de madera que se apoyan en el muro de ladrillo.





## 2.8.2.4.- Análisis estructural

Se realizó Análisis Estático de norma chilena Nch 433 de tipología 3 y Análisis Modal Espectral de la misma.

### Tipología 3. Análisis Estático eje A

| PLANILLA DE CALCULOS ESTRUCTURALES     |             |                             |            |                          |                        |            |   |           |
|--|-------------|-----------------------------|------------|--------------------------|------------------------|------------|---|-----------|
| CONJUNTO A ANALIZAR: LA COLMENA        |             |                             |            |                          |                        |            |   |           |
| EJE MAS DESFAVORABLE A ANALIZAR: EJE A |             |                             |            |                          |                        |            |   |           |
| FUERZA H EN EJE A                      |             |                             |            |                          |                        |            |   |           |
| CARGA                                  | MATERIAL    | LARGO (m)                   | ANCHO (m)  | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)               | TOTAL (kg) |   |           |
| CUBIERTA                               | TEJAS       | Forma Irregular Area: 17,95 |            | 130                      | -                      | 2333,5     |   |           |
| MUROS                                  | ALBAÑILERIA | 6,86                        | 0,30       | 1600                     | 1,14                   | 3753,792   |   |           |
| TABICUERIA                             | MADERA      | 3,30                        | 0,15       | 40                       | 1,32                   | 26,136     |   |           |
| CADENA                                 | HORMIGON    | 9,32                        | 0,30       | 2400                     | 0,177                  | 1187,7408  |   |           |
|  |             |                             |            |                          | TOTAL H                | 7301,1688  |   |           |
|  |             |                             |            |                          | H x COEF. SISMICO 0,18 | 1314,2104  |   |           |
| CALCULO RIGIDEZ                        |             |                             |            |                          |                        |            |   |           |
| MURO                                   | LARGO (cm)  | ANCHO (cm)                  | AREA (cm²) | INERCIA (cm4)            | E (kg/cm²)             | h (cm)     | F | K (kg/cm) |
| M01Y                                   | 116         | 30                          | 3480       | 3902240                  | 10000                  | 221        | 3 | 10843,72  |
| M02Y                                   | 198         | 30                          | 5940       | 19405980                 | 10000                  | 178        | 3 | 103198,52 |
| M03Y                                   | 109         | 30                          | 3270       | 3237572,5                | 10000                  | 221        | 3 | 8996,71   |

| DISTRIBUCION FUERZA SISMICA H SEGÚN RIGIDEZ |                 |              |                 |                       |          |            |
|---|-----------------|--------------|-----------------|-----------------------|----------|------------|
| MURO  | K (kg/cm)       | H TOTAL (kg) | TOTAL K (kg/cm) | H REPARTIDO (kg)      |          |            |
| M01Y  | 10843,72        | 1314,21038   | 123038,96       | 115,825               |          |            |
| M02Y  | 103198,52       | 1314,21038   | 123038,96       | 1102,28964            |          |            |
| M03Y  | 8996,71         | 1314,21038   | 123038,96       | 96,096                |          |            |
| VERIFICACION ESF. CORTE                     |                 |              |                 |                       |          |            |
| MURO  | H DEL MURO (kg) | AREA (cm²)   | 66% AREA        | TOTAL (T r)           |          |            |
| M01Y  | 115,82          | 3480         | 2296,8          | 0,050429              |          |            |
| M02Y  | 1102,29         | 5940         | 3920,4          | 0,281168              |          |            |
| M03Y  | 96,10           | 3270         | 2158,2          | 0,044526              |          |            |
| CALCULO CARGA N                             |                 |              |                 |                       |          |            |
| MURO M01Y                                   |                 |              |                 |                       |          |            |
| CARGA                                       | MATERIAL        | LARGO (m)    | ANCHO (m)       | P.P. + S.C.U. (Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA                                    | TEJAS           | 3,05         | 1,5             | 130                   | -        | 594,75     |
| MUROS                                       | ALBAÑILERIA     | 1,13         | 0,3             | 1600                  | 2,48     | 1345,152   |
| CADENA                                      | HORMIGON        | 1,55         | 0,3             | 2400                  | 0,177    | 197,532    |
| TOTAL N                                     |                 |              |                 |                       |          | 2137,434   |





| MURO M02Y  |             |                             |           |                          |          |            |
|------------|-------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m)                   | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA   | TEJAS       | Forma Irregular Area: 10,97 |           | 130                      | -        | 1426,1     |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 1,59                        | 0,3       | 1600                     | 2,48     | 1892,736   |
| CADENA     | HORMIGON    | 3,23                        | 0,3       | 2400                     | 0,177    | 411,6312   |
| TABIQUERIA | MADERA      | 2,15                        | 0,15      | 40                       | 2,64     | 34,056     |
| TOTAL N    |             |                             |           |                          |          | 3764,5232  |

| MURO M03Y |             |           |           |                          |          |            |
|-----------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | 1,93      | 2,15      | 130                      | -        | 1752,4     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 2,20      | 0,3       | 1600                     | 2,48     | 2618,88    |
| CADENA    | HORMIGON    | 2,93      | 0,3       | 2400                     | 0,177    | 373,3992   |
| TOTAL N   |             |           |           |                          |          | 4744,6792  |

| M    |              |          |                    | M    |                 |          |                    |
|------|--------------|----------|--------------------|------|-----------------|----------|--------------------|
| MURO | h TOTAL (cm) | H (kg)   | TOTAL M<br>(kg*cm) | MURO | h TOTAL<br>(cm) | H (kg)   | TOTAL M<br>(kg*cm) |
| M01Y | 221          | 115,825  | 25597,2263         | M01Y | 248             | 115,825  | 28724,48927        |
| M02Y | 178          | 1102,290 | 196207,556         | M02Y | 248             | 1102,290 | 273367,8313        |
| M03Y | 221          | 96,096   | 21237,2576         | M03Y | 248             | 96,096   | 23831,85466        |

| W    |                   |        |                  |
|------|-------------------|--------|------------------|
| MURO | INERCIAS<br>(cm⁴) | V (cm) | TOTAL W<br>(cm³) |
| M01Y | 3902240           | 58,0   | 67280            |
| M02Y | 19405980          | 99     | 196020           |
| M03Y | 3237572,5         | 54,5   | 59405            |

| AREA |            |
|------|------------|
| MURO | AREA (cm²) |
| M01Y | 3480       |
| M02Y | 5940       |
| M03Y | 3270       |

| ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                   |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|
| MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION (kg/cm²) |
| M01Y                              | 0,9947                 | 0,23375           |
| M02Y                              | 1,6347                 | -0,36720          |
| M03Y                              | 1,8085                 | 1,09347           |

| ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                      |
|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION<br>(kg/cm²) |
| M01Y                              | 1,0411                 | 0,18727              |
| M02Y                              | 2,0283                 | -0,76083             |
| M03Y                              | 1,8521                 | 1,04980              |

Los dos últimos cuadros corresponden a esfuerzos de compresión y tracción obtenidos por momentos en los cuales primero se consideró la misma altura de muros que la estimada para cálculo de rigideces y luego con la mayor altura, o sea con el mayor momento probable. Análisis estático no detecta problemas de corte, en cambio arroja problemas de tracción. Se acusa en ejes revisados, especialmente ejes 2 y 3 en dirección y de la planta.





## ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL. Modelación ingeniero Richard Vásquez

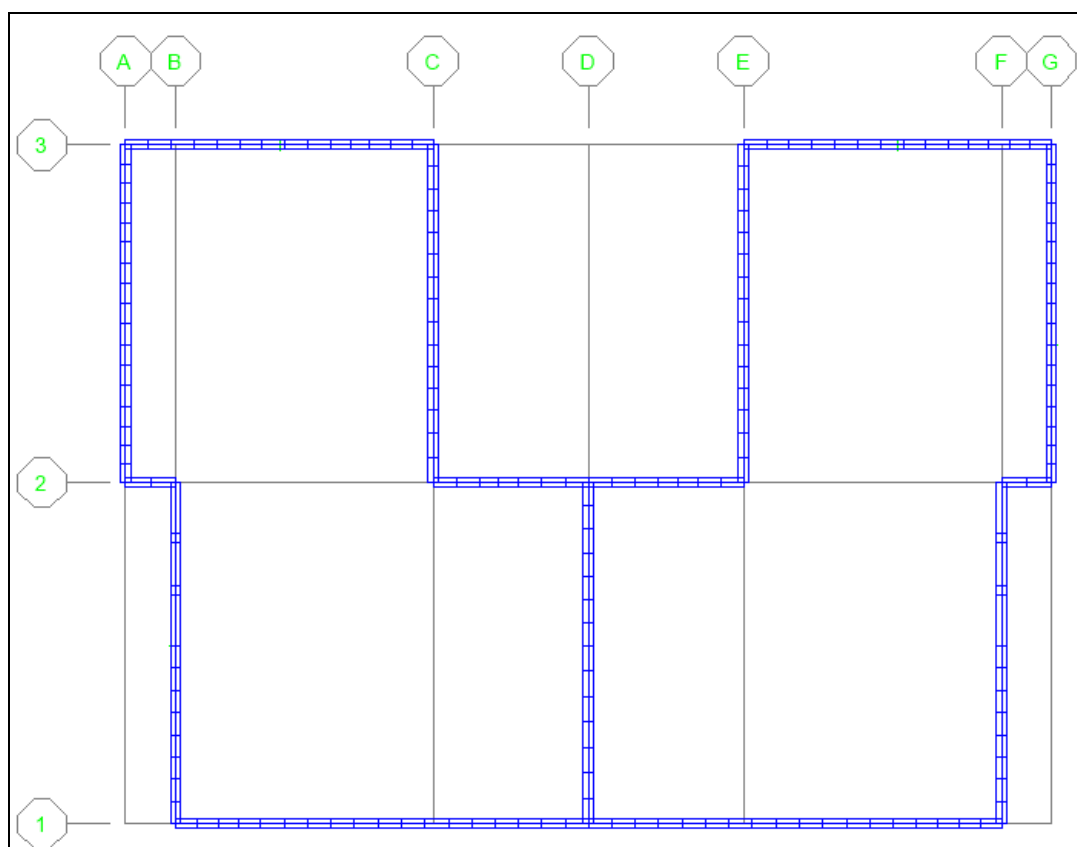


FIG. 2.183, Identificación ejes estructurales tipología 3

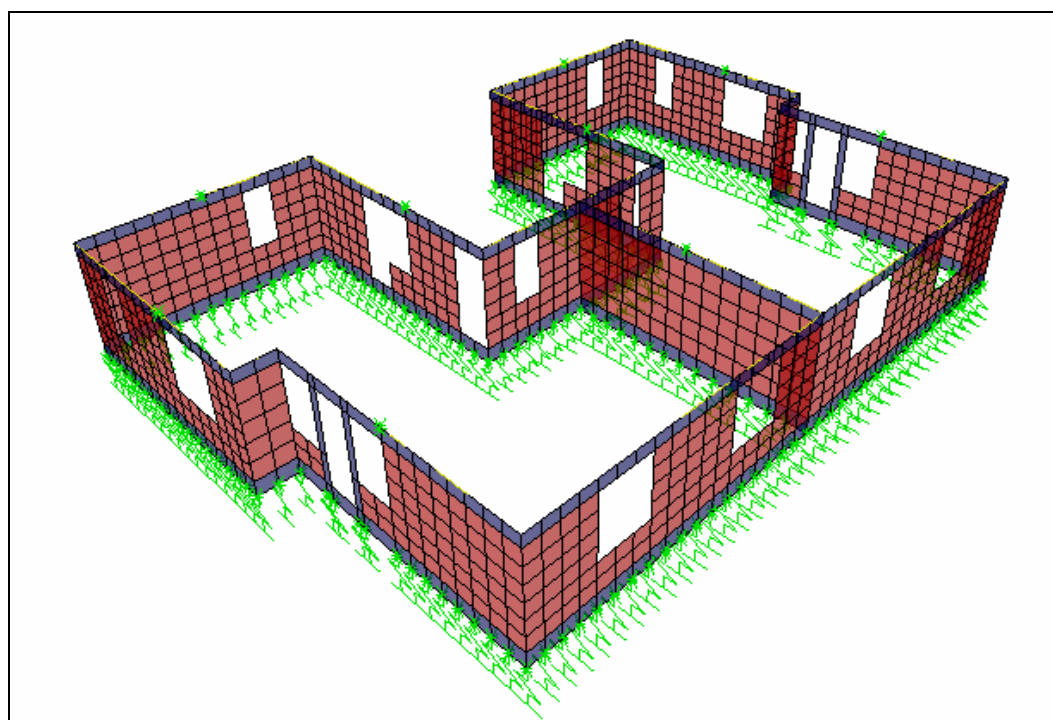
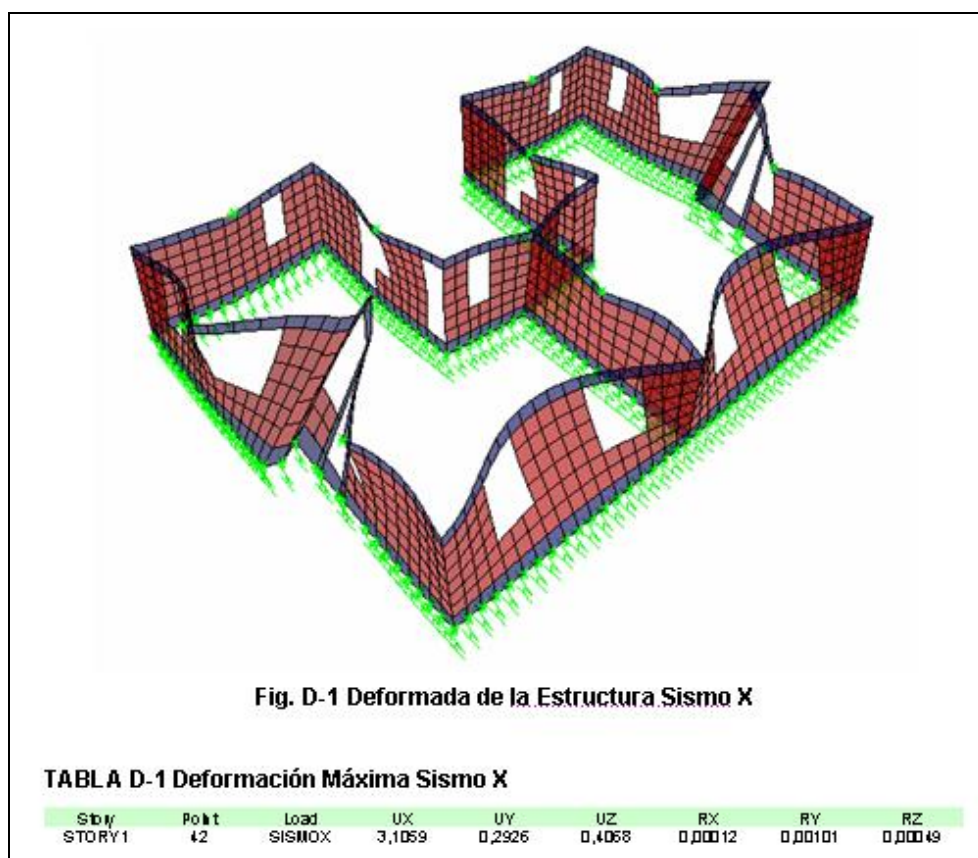
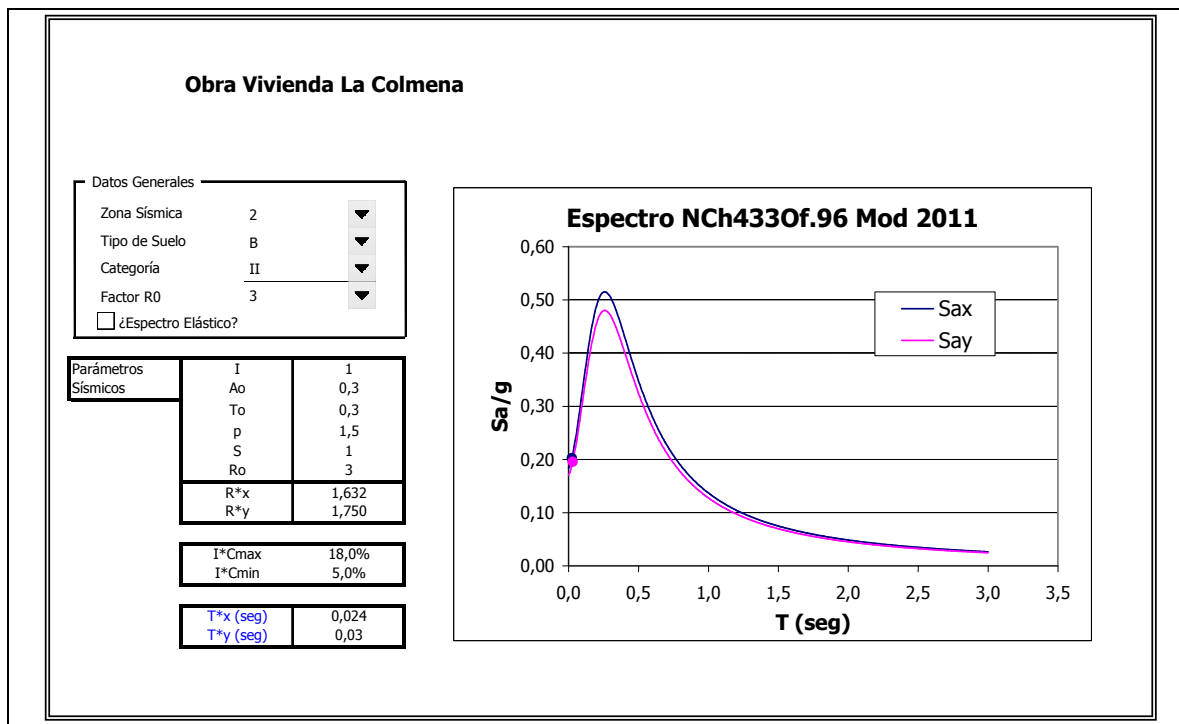
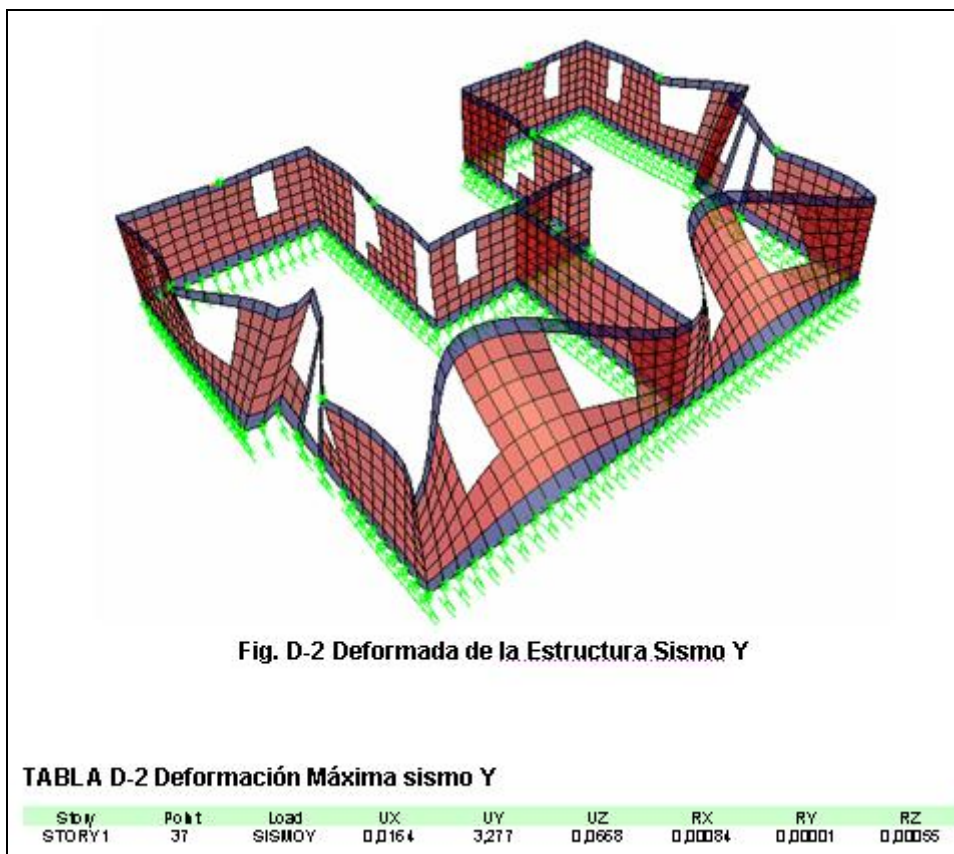


FIG. 2.184 Isométrica tipología 3







**FIG. 2.187**

Imagen: Ingeniero Richard Vásquez

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta. Pero como se mencionó con anterioridad, es posible que los muros incluyan piezas metálicas entre hiladas y en conexiones de muros.

Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 50 cm.

Altura fundación: 45 cm.

Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod.





2009, en donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.

El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera utilizarse un menor valor que el máximo entregado por la Normativa Sísmica. En la época de construcción probablemente se usó un coeficiente aproximado a un 10 o 12% y no el 18% con el que se efectuaron los cálculos de este estudio.

Se observa bastante separación entre vanos. Los vanos están alejados de los encuentros de muros. Los vanos se encuentran enmarcados en gruesos estucos. Buena conexión entre cubierta y muros. Buena interacción con fundaciones y suelo de fundación. Buen anclaje de muros con cubierta.

Análisis estático no detecta problemas de corte, en cambio arroja problemas de tracción. Se acusa en ejes revisados, especialmente ejes 2 y 3 en dirección y de la planta.





## 2.8.3. Caso Conjunto Leopoldo Urrutia

### 2.8.3.1. Ficha Conjunto Leopoldo Urrutia

| Nombre del Conjunto:  |  | Código de Estudio:   |  |
|---|--|--|--|
| Leopoldo Urrutia  |  | C4   |  |
| Ubicación.  |  | Normativas Aplicadas.  |  |
| <p>CALLES: Manuel Montt, Leopoldo Urrutia, Antonio Varas y calle Sargento Navarrete.</p> <div><p>UBICACION CONJUNTO      CALLES PRINCIPALES</p><p>FIG. 2.188, Dibujo: Karen Gallardo</p></div> |  | <p><b>Usos de suelo permitidos:</b><br/>Residencial: De todo tipo<br/>Equipamientos: Clases de Equipamiento de acuerdo a lo definido en el artículo. 2.1.33. de la OGUC, excepto los expresamente prohibidos a continuación.</p> <p><b>Usos de suelo prohibidos:</b><br/>Equipamiento: Todos los expresamente indicados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"><li>- Esparcimiento: Parques zoológicos y casinos de juegos.</li><li>- Salud: Cementerios y Crematorio.</li><li>- Seguridad: Cárceles y Centros de detención.</li></ul> <p><b>Actividades Productivas:</b> Todas en general.</p> |  |
| Normativa Urbanística de Zona.  |  |  |  |
| <p><b>ZONA PRL:</b> El conjunto “Población de suboficiales de la escuela de aplicación de caballería” es calificado bajo planificación como Zona Típica (ZT).<br/>Además, también existe una normativa local por manzana:</p>   |  |  |  |
| Manz.:19 (Z-1A)<br>Manz.:219 (Z-2)  |  | Manz.:20 (Z-3)<br>Manz.:220, 221, 222 (Z-3B)   |  |
| NORMATIVA URBANISTICAS POR ZONAS  |  |  |  |
| Z-1A  |  |  |  |
| Uso de equipamiento.  |  |  |  |
| - Coeficiente de ocupación de suelo bajo altura de 17,50 m  |  | 0,8  |  |
| - Sistemas de agrupamiento  |  | hasta 17,50m continuo y aislado sobre 17,50m   |  |
| - Altura de continuidad   |  | 7m. mínima y 17,50m. máximo pudiendo también aumentar la altura en 1m adicional para una correcta solución de antetecho.   |  |







|   |   |
|---|---|
| - Profundidad máxima de edificación en las medianeras, bajo altura de 17,50m.   | 80%   |
| - Retiro mínimo de la edificación aislada respecto a la línea oficial, sobre altura 17,50m.   | 10 m  |
| <b>Uso Residencial.</b>   |   |
| - Coeficiente máximo de ocupación de suelo, bajo altura de 17,50 m  | 0,6   |
| - Coeficiente de constructibilidad  | Libre según rasante (60°)   |
| - Sistemas de agrupamiento  | hasta 17,50m continuo y aislado sobre 17,50m  |
| - Altura de continuidad   | 7m. mínimo y 17,50m. máximo, pudiendo también aumentar la altura en 1m. adicional para una correcta solución de antetecho.  |
| - Retiro mínimo de la edificación aislada respecto a la línea oficial, sobre altura 17,50m  | 10 m  |
| - Sin antejardín, excepto para los predios que enfrentan calle Sucre entre Av. Bustamante y Condell.  | 5m. de Antejardín, en predios esquina con retorno 50% aprox. de la longitud de la cuadra previo VºBº del Director de Obras. |
| En todos los Conjuntos Habitacionales cuya altura sean mayores a tres pisos, deberá destinarse un 30% del total del terreno a Área Libre de Esparcimiento, la que podrá ser techada hasta un 50% y su uso será acorde con la definición de Área Libre de Esparcimiento, establecida en la Ordenanza del Plan Regulador Comunal. |   |
| <b>Z-2</b>  |   |
| <b>Uso de equipamiento.</b>   |   |
| Superficie predial mínima   | 500 m²  |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo, bajo altura de 7m  | 70%   |
| Porcentaje máximo de ocupación en planta sobre 7 m de altura  | 50%   |
| Coeficiente de constructibilidad  | 2,5   |
| Sistemas de agrupamiento  | Aislado   |
| Porcentaje máximo de adosamiento  | Según Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, retirado en 3 m de la línea de Edificación.                          |
| Altura de edificación.  | Libre según rasante   |





|  |  |
|--|--|
| Rasante  | 60°  |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos.        | 4 m  |
| <b>Antejardín mínimo</b>                                     |  |
| - De uno a tres pisos  | 5 m  |
| - En cuatro y más pisos                                      | Según Artículo 11 de Ordenanza Local   |
| <b>Z-3</b>   |  |
| <b>Uso de equipamiento.</b>                                  |  |
| Superficie predial mínima                                    | 500 m <sup>2</sup>   |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo.                     | 50%  |
| Coeficiente de constructibilidad                             | 2,0  |
| Sistemas de agrupamiento                                     | Aislado  |
| Adosamiento  | Según Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, retirado en 3 m de la línea de Edificación. |
| Altura de edificación.                                       | Libre según rasante  |
| Rasante  | 60°  |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos.        | 4 m  |
| <b>Antejardín mínimo</b>                                     |  |
| - De uno a tres pisos  | 5 m  |
| - En cuatro y más pisos                                      | Según Artículo 11 de Ordenanza Local   |
| <b>Uso Residencial.</b>                                      |  |
| Superficie predial mínima                                    | 300 m <sup>2</sup>   |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo, bajo altura de 7m   | 50%  |
| Porcentaje máximo de ocupación en planta sobre 7 m de altura | 50%  |
| Coeficiente de constructibilidad                             | 2,0  |
| Sistemas de agrupamiento                                     | Aislado, pareado.  |
| Altura de edificación  | Libre según rasante (60°)  |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos         | 4 m  |
| <b>Antejardín mínimo.</b>                                    |  |



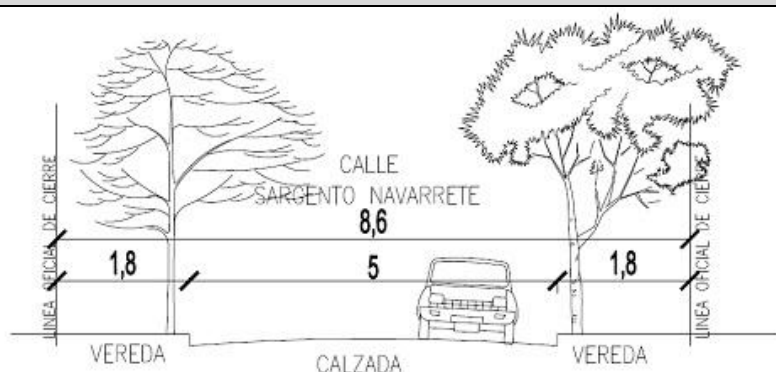


|   |  |
|---|--|
| - De uno a tres pisos   | 5 m  |
| - En cuatro y más pisos   | Según Artículo 11 de Ordenanza Local   |
| <b>Z-3B</b>   |  |
| <b>Uso de equipamiento.</b>   |  |
| Superficie predial mínima   | 500 m <sup>2</sup>   |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo.  | 50%  |
| Coeficiente de constructibilidad  | 2,0  |
| Sistemas de agrupamiento  | Aislado  |
| Adosamiento   | Según Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, retirado en 3 m de la línea de Edificación. |
| Altura de edificación.  | 5 pisos, Altura 17,50 m. máximo.   |
| Rasante   | 60°  |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos.                             | 4 m  |
| <b>Antejardín mínimo</b>  |  |
| - De uno a tres pisos   | 5 m  |
| - En cuatro y más pisos   | Según Artículo 11 de Ordenanza Local   |
| <b>Uso Residencial.</b>   |  |
| Superficie predial mínima   | 300 m <sup>2</sup>   |
| -Porcentaje máximo de ocupación de suelo,<br>-Terreno $\geq$ a 2000m <sup>2</sup> | 40%<br><b>50%</b>  |
| - Porcentaje máximo de pareo respecto al deslinde, bajo altura de 7m              | 50%  |
| Coeficiente de constructibilidad<br>- Terreno $\geq$ a 2000m <sup>2</sup>         | 1,5<br>1,8   |
| Sistemas de agrupamiento  | Aislado, pareado.  |
| -Altura de edificación<br>- Terreno $\geq$ a 2000m <sup>2</sup>                   | 5 pisos , 14 m de altura máx.<br>7 pisos , 20 m de altura máx.                                     |
| Rasante   | 60°  |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos                              | 4 m  |
| <b>Antejardín mínimo.</b>   |  |
| - De uno a tres pisos   | 5 m  |
| - En cuatro y más pisos   | Según Artículo 11 de Ordenanza Local   |





### Perfil de la Calle José Manuel Infante.



**FIG. 2.189,** Calle Principal José Manuel Infante. Dibujo: Karen Gallardo

### Planos Anteriores del Conjunto.

A continuación se expondrán planos encontrados en los archivos de la Dirección de Obras de la Municipalidad de Ñuñoa. También se ha recopilado información de Monumentos Nacionales. De este conjunto hemos tomado tres tipologías, sin embargo, el arquitecto autor del conjunto ha demostrado, a partir de detalles en fachadas y pequeñas modificaciones en planta, la inquietud de diferenciar cada una de las propiedades.



**FIG. 2.190,** Plano Conjunto. Manzana 19.



**FIG. 2.191,** Plano del Conjunto, Manzana 20





**FIG. 2.192,** Plano Conjunto, Manzana 219.



**FIG. 2.193,** Plano Conjunto, Manzanas 221 y 222



**FIG. 2.194,** Plano Conjunto, Manzana 220.

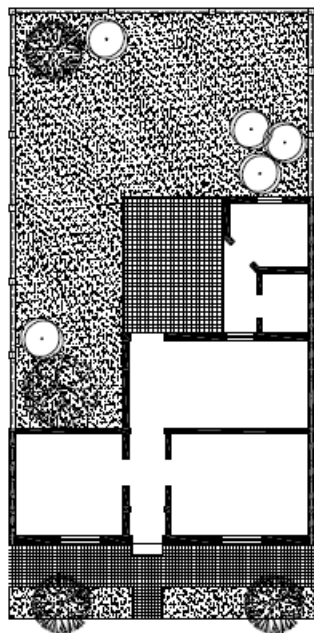


**FIG. 2.195,** Plano Original del Loteo, firmado por Kulczewski, facilitado por asesoria Urbana de la I. Municipalidad de Ñuñoa.





### Tipología 1



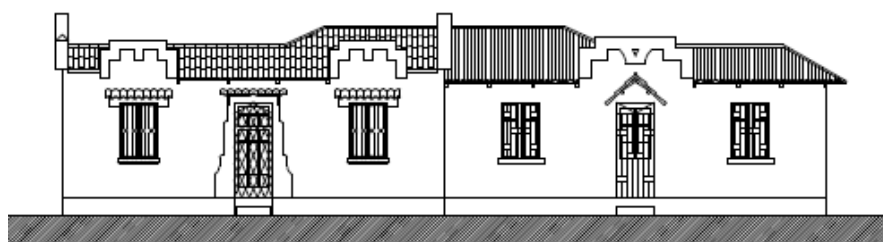
Esta casa se desarrolla entre medianeros, su programa se ordena en torno a un eje central de ingreso y circulación, a ambos costados del eje se encuentran dos dormitorios con ventanas hacia la calle, más un tercer recinto que comunica al jardín posterior y a los recintos de baño y cocina.

La superficie de la casa original es de alrededor de 67 m<sup>2</sup> construidos, las casas se adaptan al ancho de cada lote, de manera que no son iguales en el frente.

Esta tipología tiene una serie de variaciones desde la "A" a la "I", que corresponden a ampliaciones de uno o dos recintos de distintas dimensiones. Además de su versión original y la ampliada invertida.

En las fachadas existen distintas morfologías, las que se detallan en el Artículo 23°.

FIG. 2.196, (Instructivo, 2010: 23)



Esta tipología presenta distintas alternativas formales como se ve en las elevaciones que corresponden a dos frontones laterales y un frontón central, ambas con aleros.

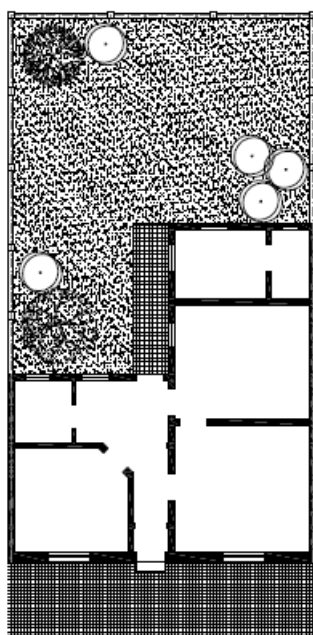
FIG. 2.197: Tipología 1 (Instructivo, 2010: 23)







### Tipología 2



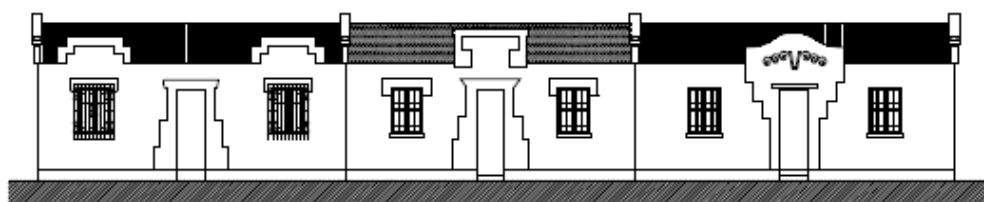
Esta casa también se desarrolla entre medianeros y su programa se ordena en torno a un eje central de ingreso y circulación, que se abre a un espacio central, con dos recintos laterales que corresponden a un tercer dormitorio y a un baño. Finalmente se emplaza la cocina a la que se accede desde el jardín posterior.

La superficie de la casa original es de alrededor de 69 m<sup>2</sup> construidos, las casas se adaptan al ancho de cada lote, de manera que no son iguales en el frente.

Esta tipología no presenta variaciones ni ampliaciones en su origen, sólo su versión invertida.

En las fachadas se presentan las mismas morfologías de las casas de la Tipología 1, de manera que desde el exterior no es posible diferenciar una de la otra.

FIG. 2.198: Tipología 2 (Instructivo, 2010: 24)



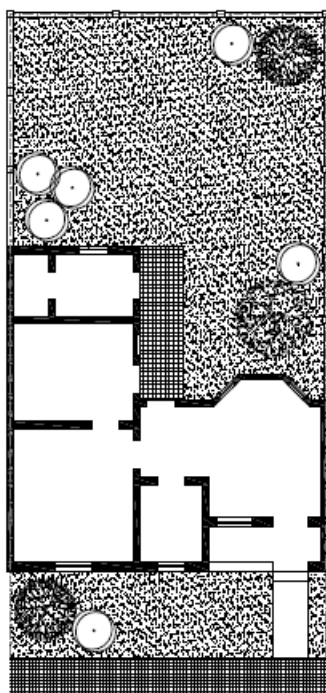
Esta tipología también presenta distintas alternativas formales con dos frontones laterales y un frontón central, ambas con aleros, entre otras.

FIG. 2.199: Tipología 2 (Instructivo, 2010: 24)





### Tipología 3



Esta tipología se presenta sólo en dos viviendas del conjunto, de acuerdo al archivo de Aguas Andinas, sólo una de ellas es reconocible desde el exterior, a pesar de haber sido gravemente intervenida.

Esta casa también se desarrolla entre medianeros y se diferencia de las otras dos tipologías por tener el ingreso a uno de sus costados, accediendo a un espacio de estar, único de carácter público obligado dentro de las tipologías que cuenta con un bowwindow hacia el jardín posterior. Después de pasar por este espacio, el programa se ordena en torno a un eje central de circulación, que en el interior es un hall de distribución y en el exterior un pasillo. Desde el hall se llega a un recinto central que pudo corresponder al baño y otro lateral de dormitorio, ambos con ventanas hacia la calle. Desde el pasillo exterior se accede a un tercer dormitorio y a la cocina que da al jardín.

La superficie de la casa original es de alrededor de 63 m<sup>2</sup> construidos.

Esta tipología no presenta variaciones ni ampliaciones en su origen, sólo su versión invertida.

La fachada es diferente al resto, su composición es asimétrica.

FIG. 2.200: Tipología 3 (Instructivo, 2010: 25)



FIG. 2.201: Tipología 3 (Instructivo, 2010: 25)





#### Tipologías Especiales en Esquinas

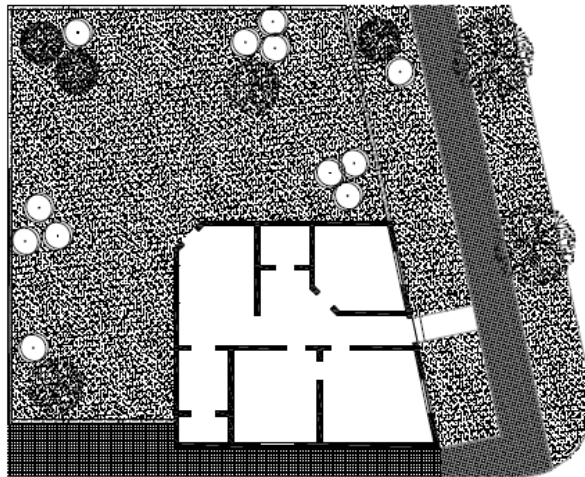


FIG. 2,202: Tipología Especial para esquinas. (Instructivo, 2010: 26)

#### Planta Tipología Especial 1

Esta planta corresponde a la versión original de la casa esquina sur oriente de Manuel Montt con Sargento Luis Navarrete, hoy destinada a comercio. En su amplio terreno se generaron ampliaciones y nuevos locales comerciales, lo que ha alterado su fachada original en gran medida.

Esta tipología especial tiene como base la Tipología 2, adaptada a los ángulos de las calles y con una ampliación hacia el jardín posterior respecto de su base.

Mantiene la distribución de recintos en torno a un eje central de ingreso y circulación. Cuenta con tres recintos que dan hacia las calles, baño, cocina y un recinto hacia el jardín posterior.

El resto de las tipologías especiales, correspondientes a la totalidad de las esquinas del conjunto, desde la E-1 a la E-20, se muestran en una ficha propia para cada inmueble, definidas en el Artículo 26° de este Instructivo.

FIG. 2,199: Tipología Especial para esquinas. (Instructivo, 2010: 26)

#### Artículo 24° Morfología de las Fachadas

Las fachadas de las casas se desarrollan bajo un patrón de orden arquitectónico de simetría en la mayoría de los casos en lo que respecta a vanos: un vano central que corresponde a la puerta de ingreso y dos laterales de ventanas de dormitorios.

En su composición se pueden reconocer claramente los elementos: zócalo, cuerpo intermedio de la fachada, aleros y frontones decorados y cubierta.



FIG. 2,203: Instructivo, 2010: 27)

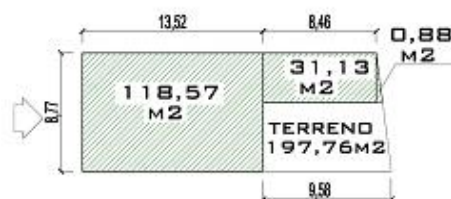




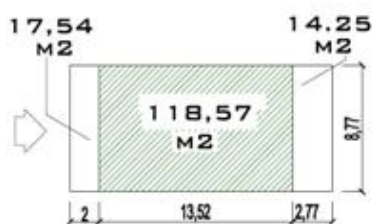
| ARQUITECTURA       |                                |
|--------------------|--------------------------------|
| Nº DE PROPIEDADES: | 113                            |
| AÑO CONSTRUCCION   | 1928                           |
| ARQUITECTO         | Luciano Kulczwesky García      |
| MATERIALIDAD       | Albañilería simple de Ladrillo |
| CONSERVACION*      | Zona Típica                    |
| USO                | Vivienda                       |

## SUPERFICIES

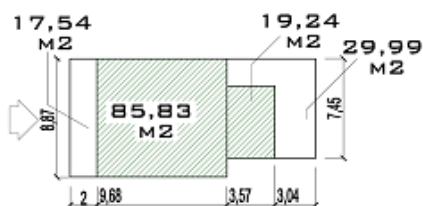
| Manzana            |                                     | Vivienda |                       |       |                |
|--------------------|-------------------------------------|----------|-----------------------|-------|----------------|
| TERRENO            | 20917,47 m <sup>2</sup>             | TIPOS    | PREDIO                | PISOS | CONSTRUCCIONES |
| CONSTRUCCION       | 15742,57 m <sup>2</sup>             | 1        | 197,76 m <sup>2</sup> | 1     | 150,48 (76)    |
| OCUPACION DE SUELO | 5174,9 m <sup>2</sup><br>Coef. 0.75 | 2        | 160,35 m <sup>2</sup> | 1     | 118,57 (31)    |
|                    |                                     | 3        | 152,81 m <sup>2</sup> | 1     | 105,07 (6)     |



TIPO 1: 150,48 M2



TIPO 2: 118,57 M2  
Terreno: 160,35



TIPO 3: 152,81 M2



FIG. 2,204 Esquemas elaborados por Luis Vargas





### 2.8.3.2.- Presentación de conjunto.

#### Descripción general.

El conjunto proyectado por un importante arquitecto chileno muestra una diversidad de disposiciones de plantas y ornamentos. Se establece como Zona Típica en la Planificación comunal de Ñuñoa<sup>77</sup>. Comprende una interesante tipología arquitectónica conformada por seis manzanas con 113 viviendas en fachada continua, las cuales mantienen un ritmo homogéneo de vanos y llenos. Se observa una fuerte conciencia en su vecindario, por mantener el valor del conjunto. El conjunto es un buen exponente de la Ley sobre Habitaciones para Obreros y Habitaciones Baratas y la Ley que facultaba a la Caja de Crédito Hipotecario para otorgar préstamos de edificación económica. (Decreto N° 902 del 9 de Mayo de 2007)



FIG.205, Imagen original del conjunto en 1928. (Fuente: Declaratoria, 2007: 11)<sup>78</sup>

<sup>77</sup> Decreto exento N° 902 del 9 de Mayo de 2007

<sup>78</sup> “El estilo Art Decó, otorgado por el arquitecto a este conjunto que data de 1928, con un cuidado manejo de las proporciones de los volúmenes y de sus elementos ornamentales, que expresan su preocupación por otorgar individualidad a cada casa dentro del total”. (Declaratoria, 2007: 11)







## Valores arquitectónicos

Además de su diversidad tipológica, posee ornamentos de calidad sobre frontones y dispositivos específicos como troneras para ventilación.

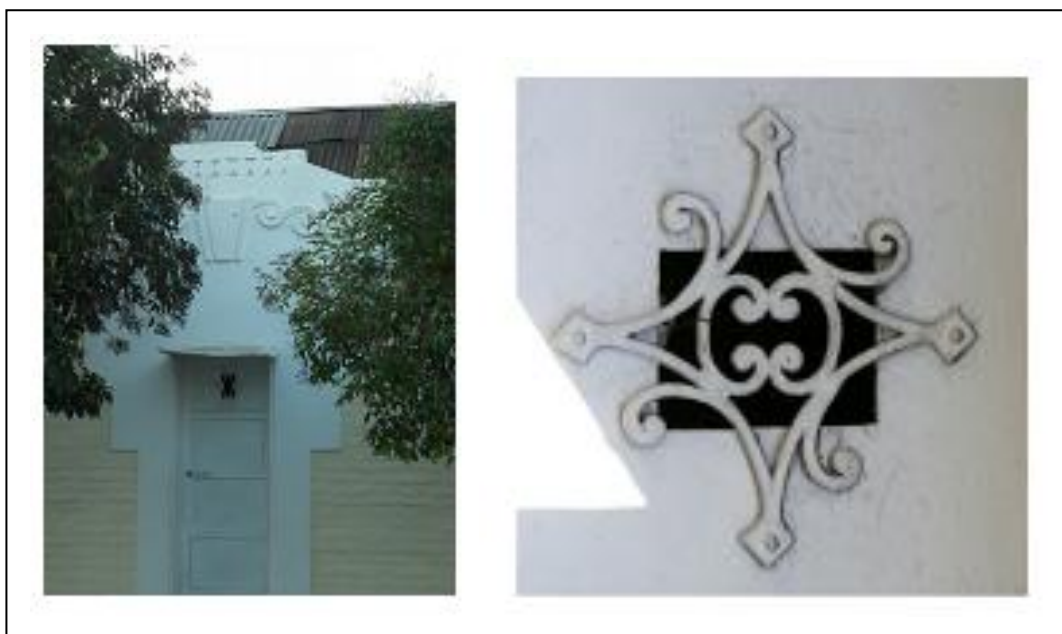


FIG. 2,206, Detalles sobre frontones<sup>79</sup> y tronera

Imágenes: Luis Vargas

## Valores urbano arquitectónicos.

Principalmente su ubicación en un lugar importante de la comuna con distinta infraestructura de apoyo muy cercana, vías y locomoción colectiva, pero que a la vez se retrotrae a partir de sus angostas calles del interior que le dan más intimidad al conjunto. Los nombres de las calles rememoran la tragedia del Alpatocal.<sup>80</sup>

## Estado de conservación.

Excelente estado de conservación a pesar de las amenazas. Esto se debe al fuerte movimiento vecinal que resiste entregar este conjunto a la máquina inmobiliaria.

<sup>79</sup> En la década de 1920 muchos arquitectos chilenos se sintieron atraídos para utilizar ornamentaciones de origen indígena

<sup>80</sup> En Julio de 1927 murieron en un accidente ferroviario en Argentina miembros de la Escuela Militar de Chile mientras viajaban a celebrar un acto oficial de independencia.

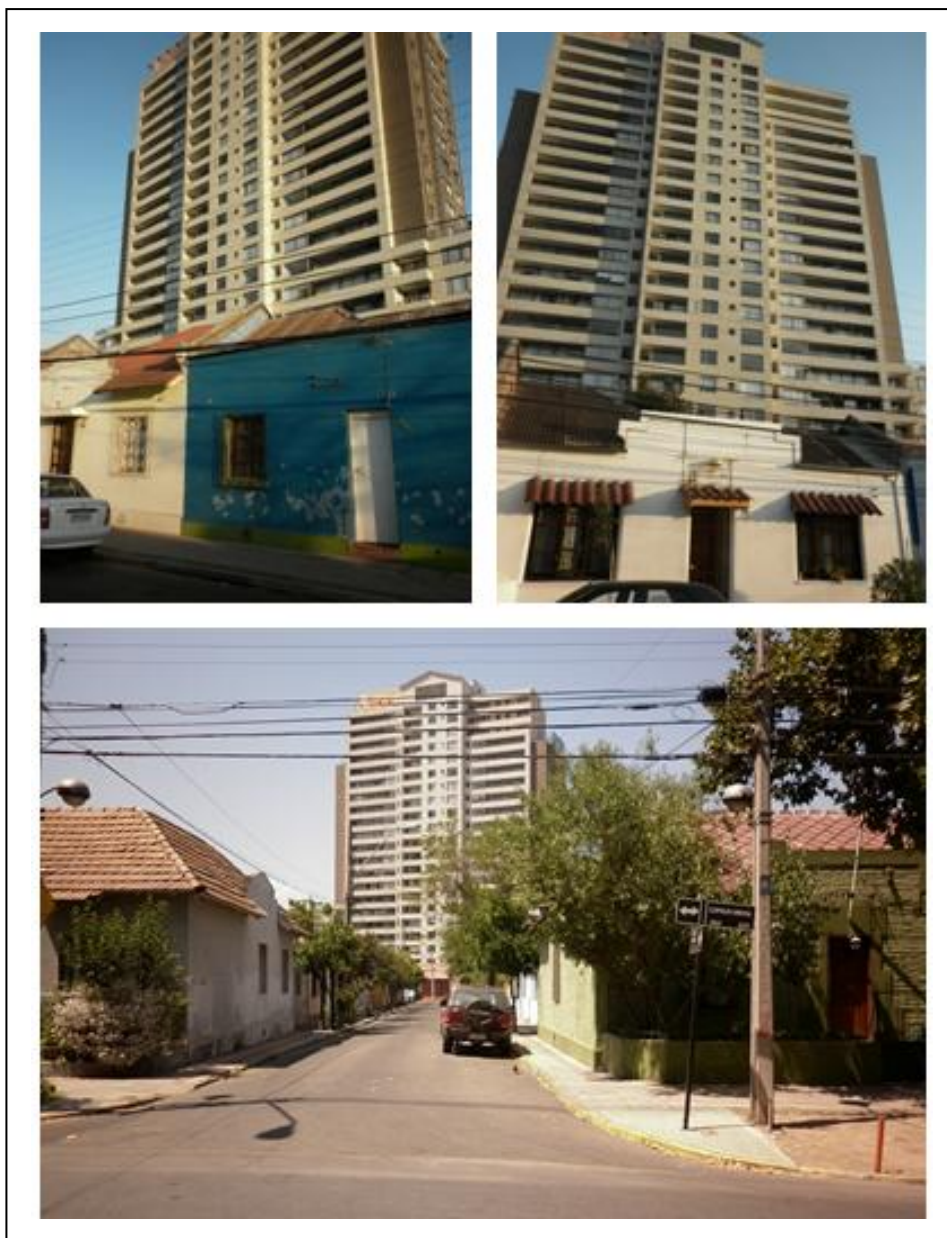






## Amenazas a la densidad.

Las amenazas son evidentes ya que se rodea de calles importantes de la comuna de Ñuñoa como Manuel Montt, calle de mucho comercio de todo tipo pero principalmente de tipo restaurantes y bares, calle Antonio Varas y Av. Irarrázaval como importantes vías de transporte. En todas estas calles, principalmente la de Irarrázaval, ya han sido intervenidas por edificios de gran altura.



**FIG. 2,207,** Gran edificio emplazado en avenida Irarrázaval amenaza el conjunto

Imágenes: Luis Vargas





## Valores comunitarios y de barrio

Familias compuestas por padre, madre, abuelos y/o tíos. Gran parte de los residentes son descendientes directos de los fundadores del conjunto, *“lo cual asegura la continuidad de los modos de vida comunitaria y de barrio, significando un estilo y tipo de convivencia acorde a su pasado histórico, valores intangibles que aún perduran”*. (Declaratoria, 2007: 1).

## Valores afectivos

Gran parte de los usuarios son descendientes en tercera y cuarta generación de los primeros habitantes del conjunto, razón por la cual existe una especial convivencia consolidada a través del tiempo. Ese estilo de vida es apreciado por generaciones jóvenes que anhelan vivir en el barrio e iniciar vida familiar y de trabajo emulando a sus habitantes.<sup>81</sup>

## Valores culturales

Entre los habitantes del conjunto existen numerosos artistas: un grupo de música de cámara, un cantante lírico, un músico y compositor de latin – jazz, intérpretes de música docta, además de científicos, escritores y otros profesionales. Se han desarrollado conciertos en la calle y diversas actividades culturales.



FIG. 2,208, (Dibam, 2008: 48). Evento “Trae tu silla”. 17 de diciembre de 2006.<sup>82</sup>

<sup>81</sup> (Metápoli, 2009: 1)

<sup>82</sup> Disponible en: [http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto\\_1133.pdf](http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_1133.pdf)



### 2.8.3.3. Ficha presentación de Tipologías.

| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| 1                      | Leopoldo Urrutia           | N° 1         |

#### Ubicación



FIG.

FIG. 2.209, Plano conjunto (Instructivo, 2010: 5)

#### Imagen

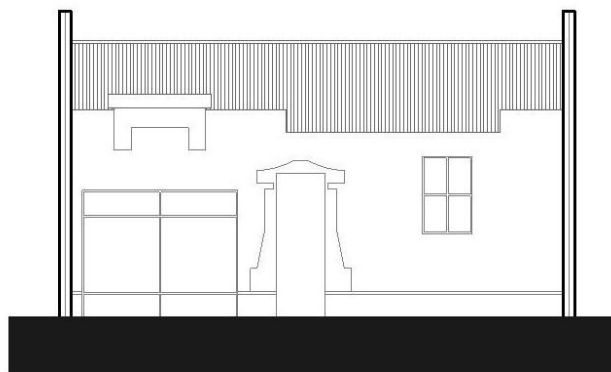


FIG. 2.210, Instructivo, 2010: 29)





## Fachada Principal



0 1 5 m.

FIG. 2.211, Dibujo: Luis Vargas

## Planta de Arquitectura 1° Piso

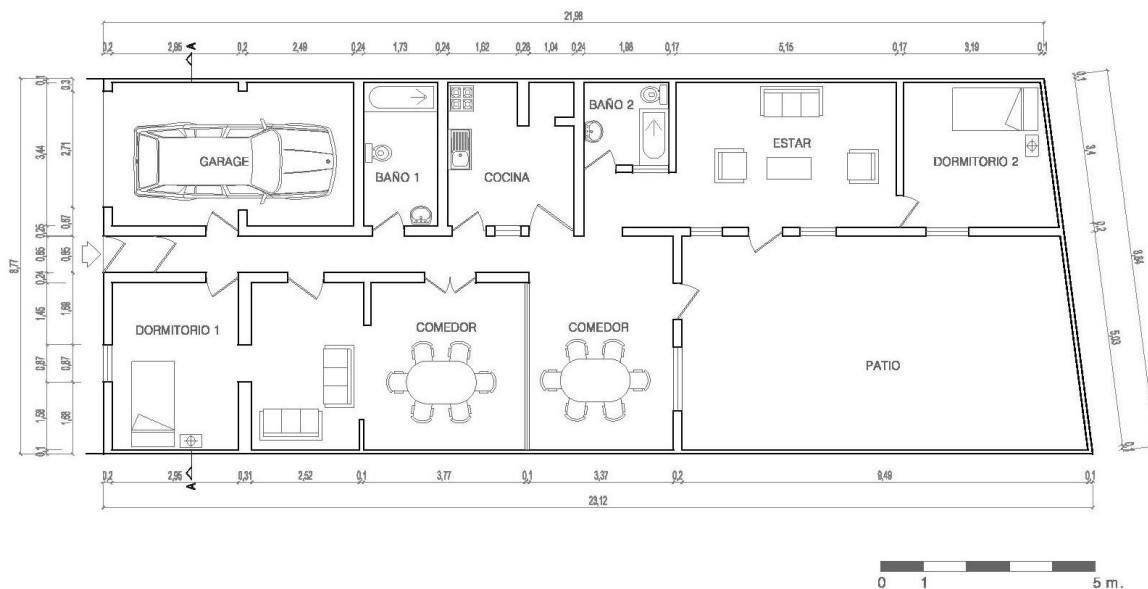


FIG. 2.212, Imagen: Luis Vargas





## Corte A-A

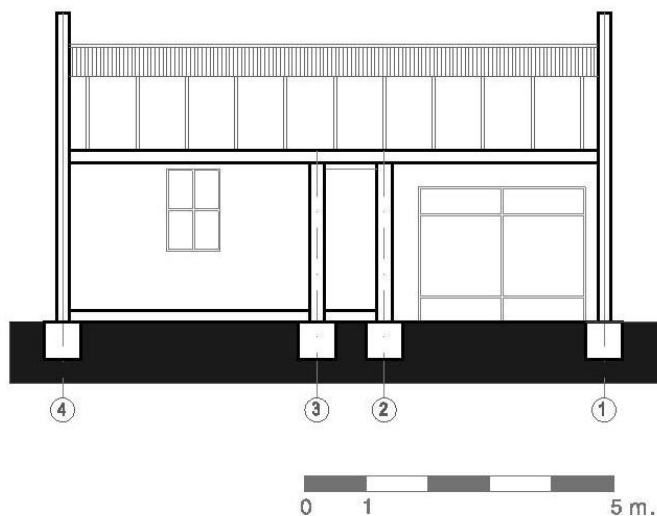


FIG. 2.213, Imagen: Luis Vargas

## Escantillón 1

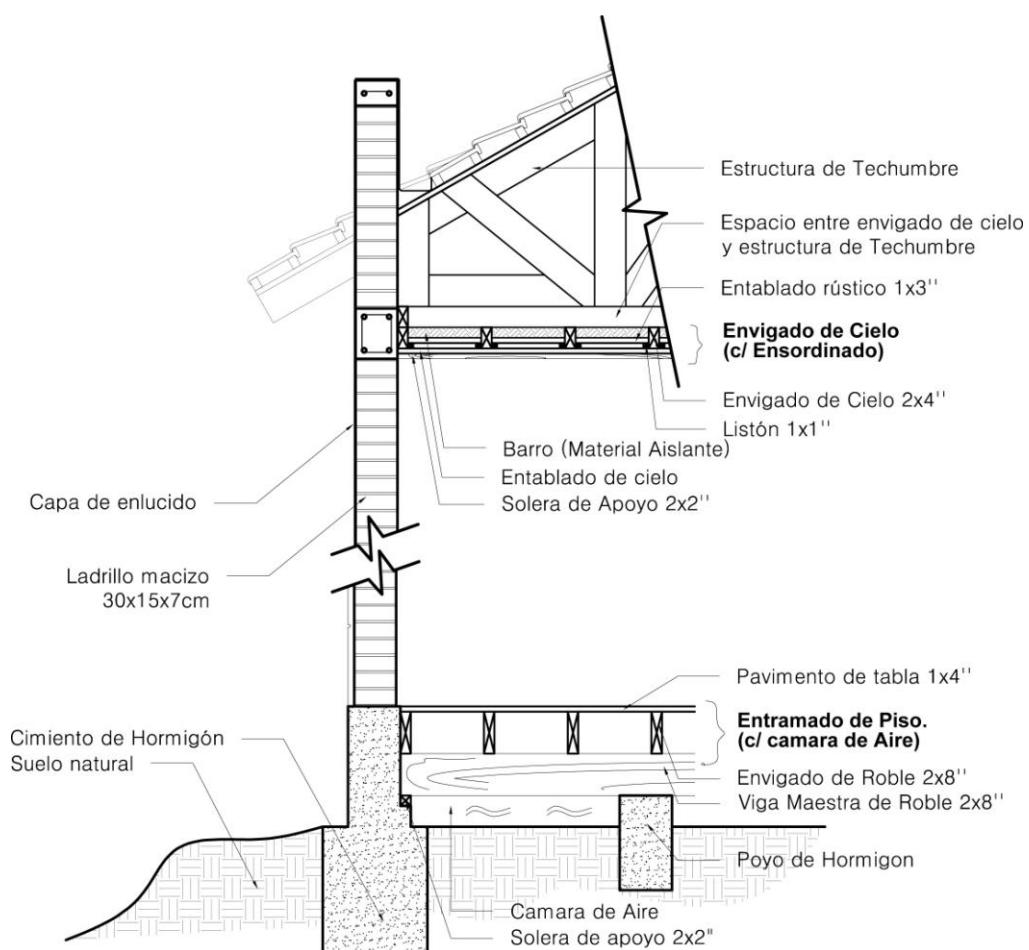


FIG. 2.214, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales





## Planta de Estructura 1° Piso

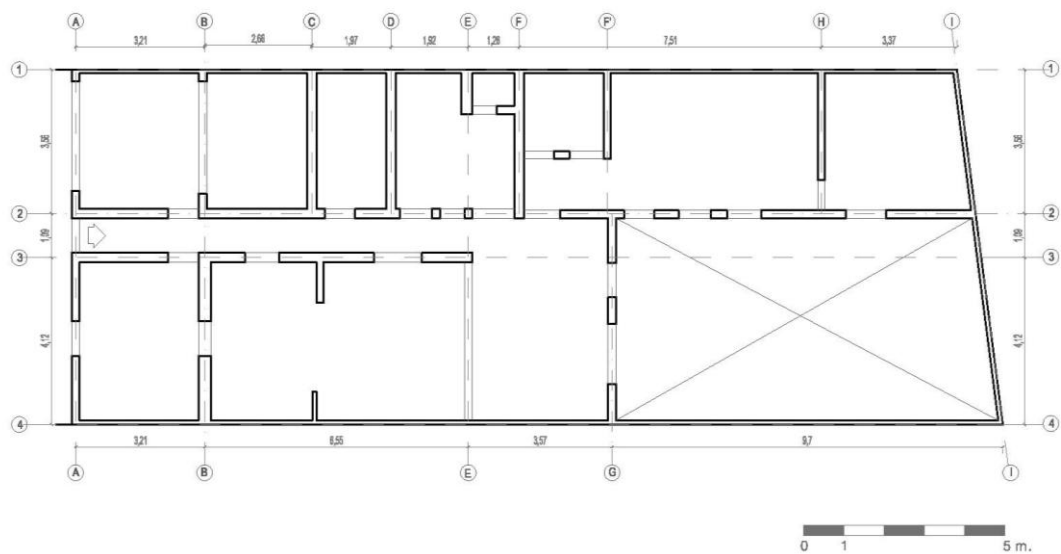


FIG. 2.215, Imagen: Luis Vargas







| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| 2                      | Leopoldo Urrutia           | N° 2         |

#### Ubicación



FIG. 2.216, Imagen: Luis Vargas

#### Imagen



FIG. 2.217, Instructivo, 2010: 28)





## Fachada Principal



0 1 5 m.

FIG. 2.218, Dibujo: Luis Vargas

## Planta de Arquitectura 1° Piso

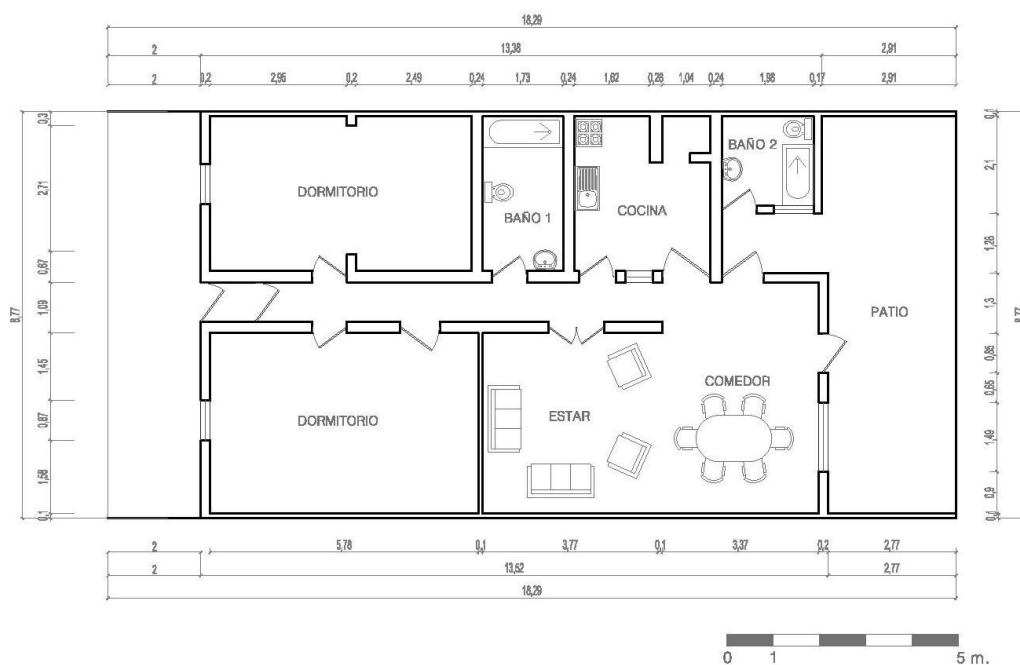


FIG. 2.219, Imagen: Luis Vargas





## Corte A-A

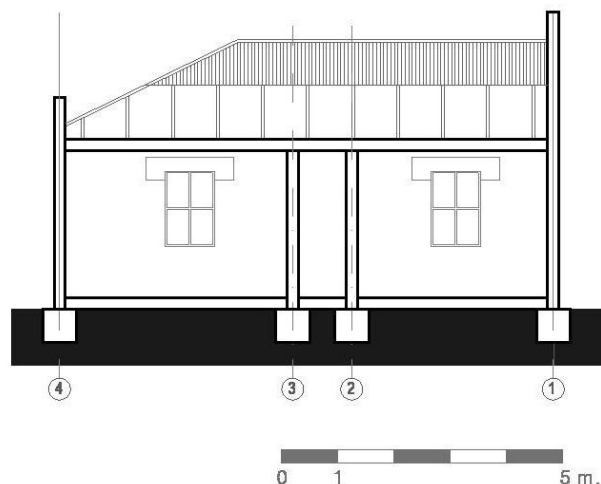


FIG. 2.220, Imagen: Luis Vargas

## Escantillón 1

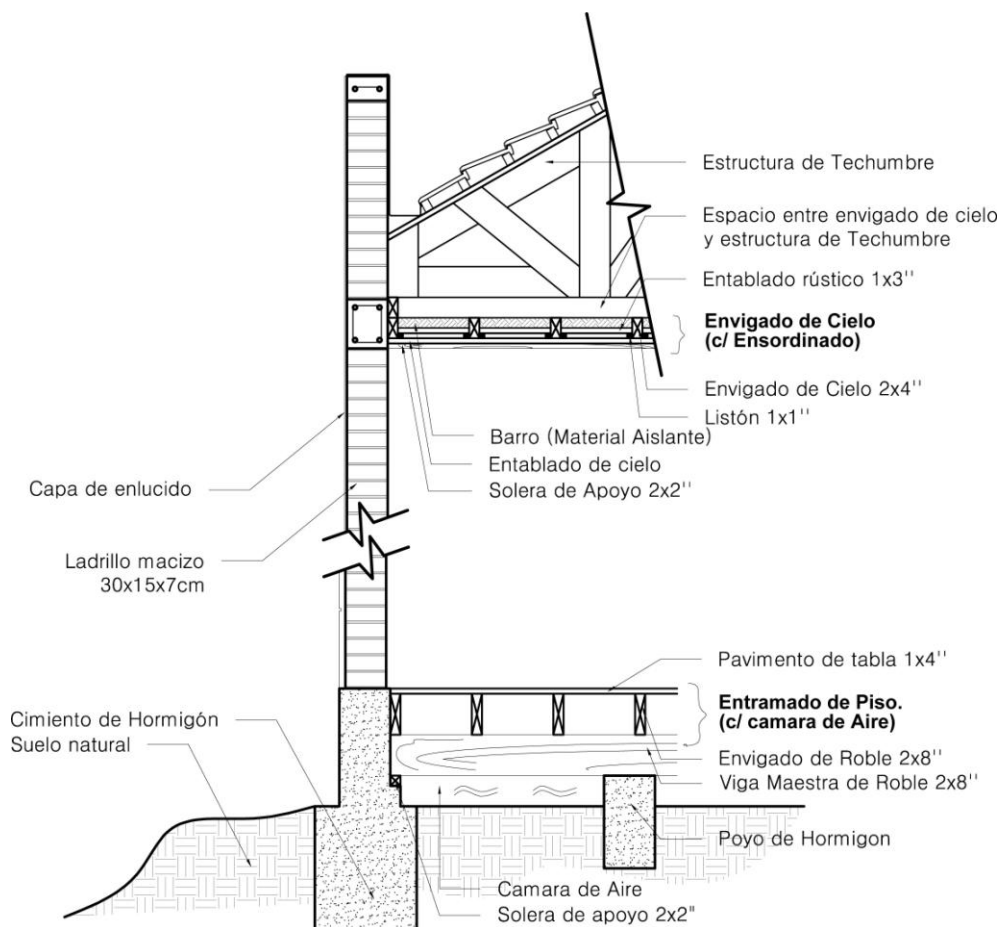


FIG. 2.221, Imagen: Luis Vargas





### Planta de Estructura 1° Piso

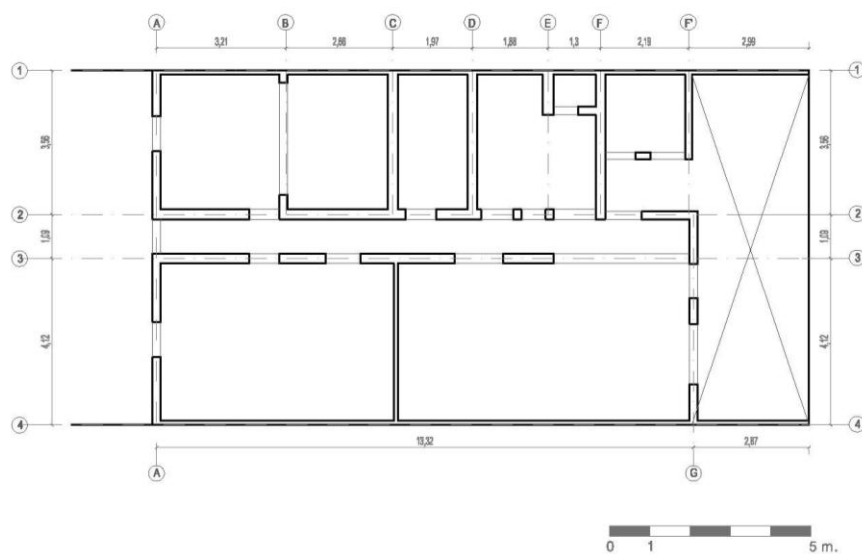


FIG. 2.222, Imagen: Luis Vargas





| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| 3                      | Leopoldo Urrutia           | N° 3         |

#### Ubicación



FIG. 2.223, Imagen: Luis Vargas

#### Imagen



FIG. 2.224, Imagen: Luis Vargas





## Fachada Principal

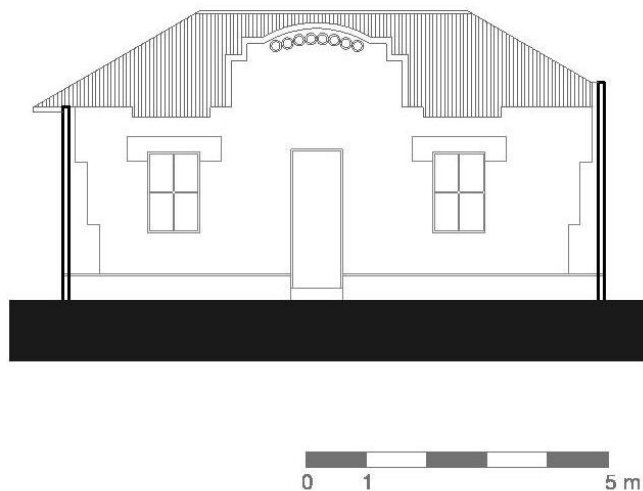


FIG. 2.225, Dibujo: Luis Vargas

## Planta de Arquitectura 1° Piso

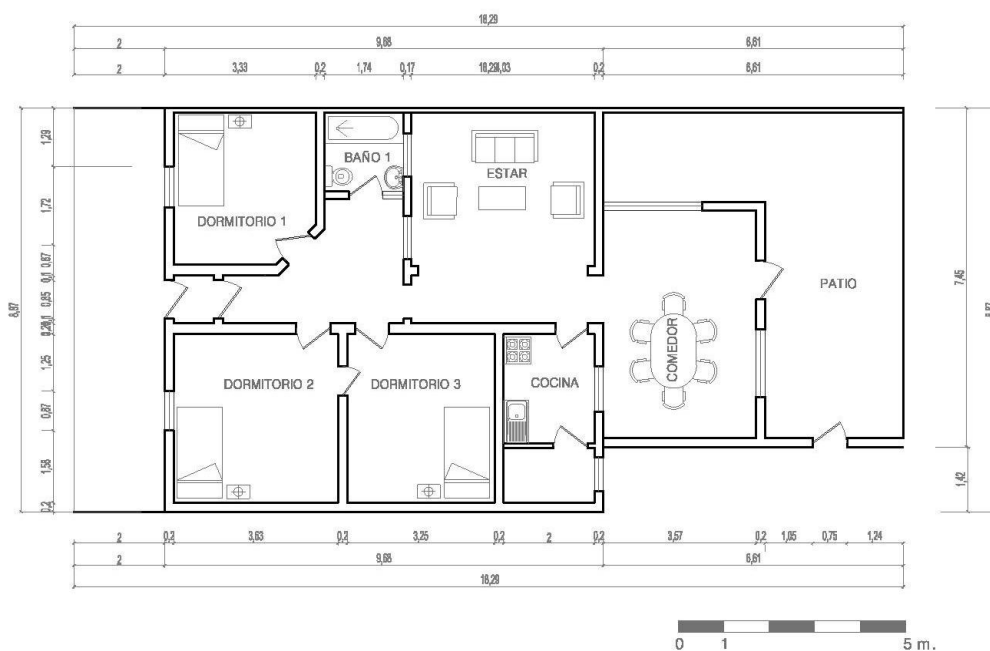


FIG. 2.226, Imagen: Luis Vargas







## Corte A-A

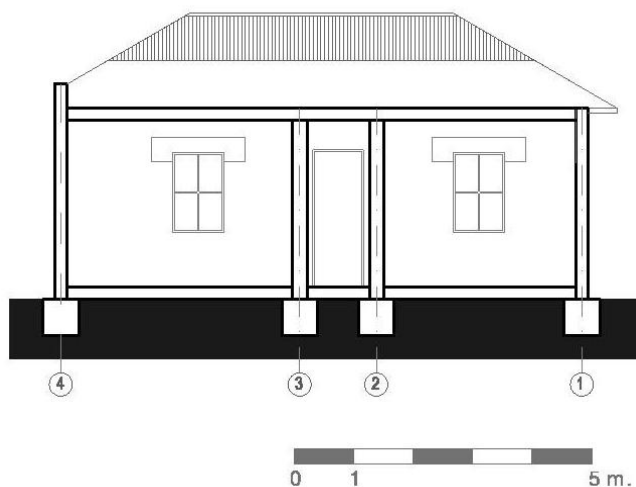


FIG. 2.227, Imagen: Luis Vargas

## Escantillón 1

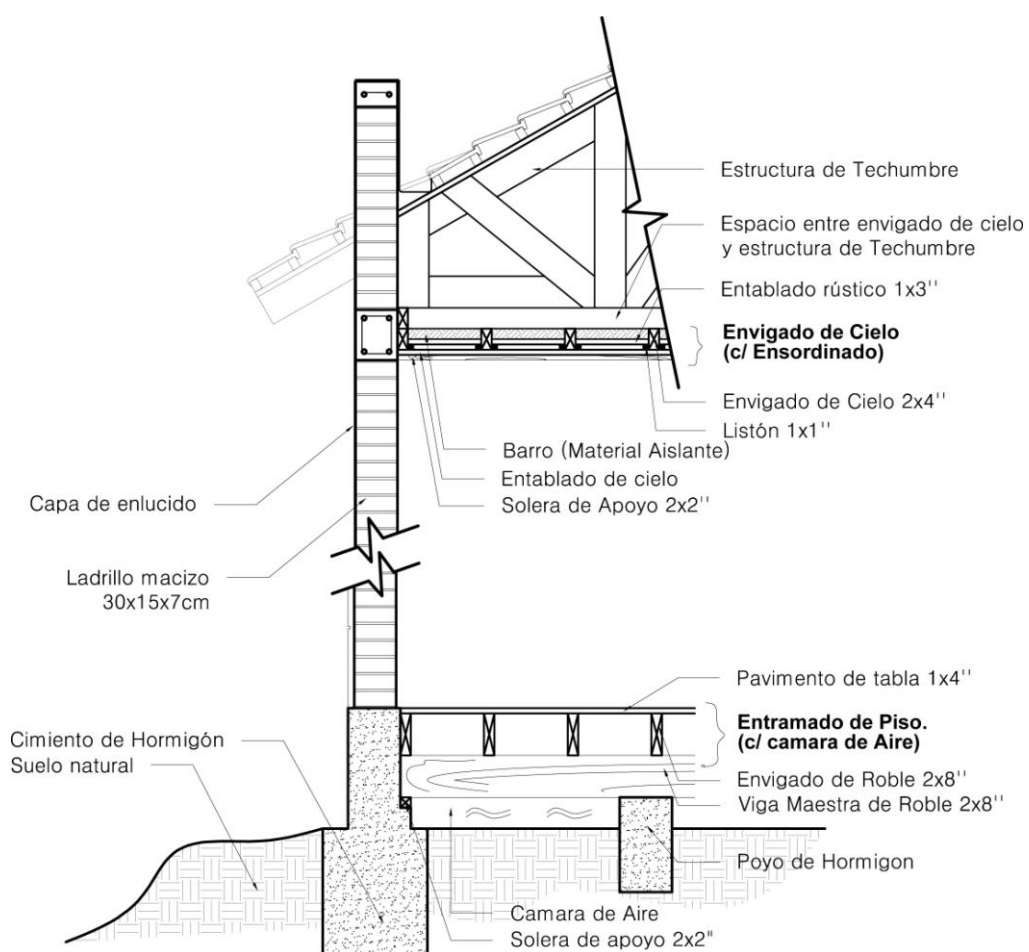


FIG. 2.228, Imagen: Luis Vargas





### Planta de Estructura 1° Piso

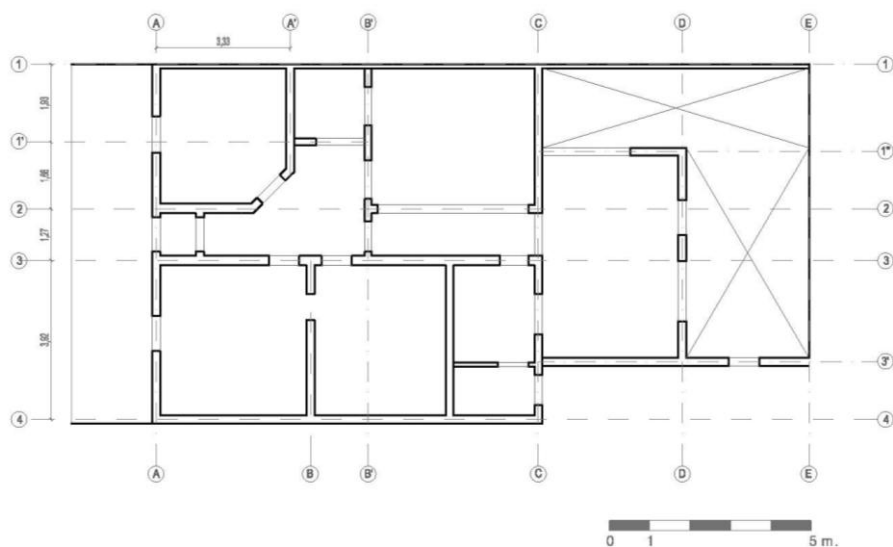


FIG. 2.229, Imagen: Luis Vargas





## 2.8.3.4. Análisis estructural

PLANILLA DE CALCULOS ESTRUCTURALES

CONJUNTO A ANALIZAR: CONJUNTO LEOPOLDO URRUTIA

EJE MAS DESFAVORABLE A ANALIZAR: EJE A

### FUERZA H EN EJE A, 1° PISO

| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)               | TOTAL (kg) |
|------------|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------|------------------------|------------|
| CUBIERTA   | TEJAS       | Forma Irregular Area: 28,1 |           | 130                      | -                      | 3386,5     |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 9,68                       | 0,30      | 1600                     | 0,63                   | 2927,232   |
| TABIQUERIA | MADERA      | 8,49                       | 0,17      | 40                       | 1,30                   | 75,0516    |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 12,27                      | 0,30      | 1600                     | 0,82                   | 4829,472   |
|            |             |                            |           |                          | TOTAL H                | 11218,256  |
|            |             |                            |           |                          | H x COEF. SISMICO 0,18 | 2019,286   |

### CALCULO RIGIDEZ

| MURO | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | AREA (cm²) | INERCIA (cm4) | E (kg/cm²) | h (cm) | F | K (kg/cm) |
|------|------------|------------|------------|---------------|------------|--------|---|-----------|
| M01Y | 163        | 30         | 4890       | 10826867,5    | 10000      | 210    | 3 | 35065,30  |
| M02Y | 159        | 30         | 4770       | 10049197,5    | 10000      | 210    | 3 | 32546,64  |
| M03Y | 159        | 30         | 4770       | 10049197,5    | 10000      | 210    | 3 | 32546,64  |
| M04Y | 163        | 30         | 4890       | 10826867,5    | 10000      | 210    | 3 | 35065,30  |

### DISTRIBUCION FUERZA SISMICA H SEGÚN RIGIDEZ

| MURO | K (kg/cm) | H TOTAL (kg) | TOTAL K (kg/cm) | H REPARTIDO (kg) |
|------|-----------|--------------|-----------------|------------------|
| M01Y | 35065,30  | 2019,28601   | 135223,88       | 523,627          |
| M02Y | 32546,64  | 2019,28601   | 135223,88       | 486,01602        |
| M03Y | 32546,64  | 2019,28601   | 135223,88       | 486,016          |
| M04Y | 35065,30  | 2019,28601   | 135223,88       | 523,627          |

### VERIFICACION ESF. CORTE

| MURO | H DEL MURO<br>(kg) | AREA (cm²) | 66% AREA | TOTAL (Tτ) |
|------|--------------------|------------|----------|------------|
| M01Y | 523,63             | 4890       | 3227,4   | 0,162244   |
| M02Y | 486,02             | 4770       | 3148,2   | 0,154379   |
| M03Y | 486,02             | 4770       | 3148,2   | 0,154379   |
| M04Y | 523,63             | 4890       | 3227,4   | 0,162244   |

### CALCULO CARGA N

#### MURO M01Y

| CARGA    | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
|----------|-------------|-----------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CUBIERTA | TEJAS       | 2,06      | 1,96      | 130                      | -        | 524,888    |
| MUROS    | ALBAÑILERIA | 1,63      | 0,3       | 1600                     | 2,6      | 2034,24    |
| CONECTOR | ALBAÑILERIA | 2,06      | 0,3       | 1600                     | 0,82     | 810,816    |
|          |             |           |           |                          | TOTAL N  | 3369,944   |



| MURO M02Y  |             |                             |           |                          |          |            |
|------------|-------------|-----------------------------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m)                   | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA   | TEJAS       | Forma Irregular Area: 13,6  |           | 130                      | -        | 1768       |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 1,59                        | 0,3       | 1600                     | 2,6      | 1984,32    |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 2,49                        | 0,3       | 1600                     | 0,82     | 980,064    |
| TABIQUERIA | MADERA      | 4,1                         | 0,2       | 40                       | 3,42     | 112,176    |
|            |             |                             |           |                          | TOTAL N  | 4844,56    |
| MURO M03Y  |             |                             |           |                          |          |            |
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m)                   | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA   | TEJAS       | Forma Irregular Area: 13,48 |           | 130                      | -        | 1752,4     |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 1,59                        | 0,3       | 1600                     | 2,6      | 1984,32    |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 2,40                        | 0,3       | 1600                     | 0,82     | 944,64     |
| TABIQUERIA | MADERA      | 5,89                        | 0,2       | 40                       | 3,42     | 161,1504   |
|            |             |                             |           |                          | TOTAL N  | 4842,5104  |
| MURO M04Y  |             |                             |           |                          |          |            |
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m)                   | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA   | TEJAS       | Forma Irregular Area: 13,48 |           | 130                      | -        | 1752,4     |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 1,27                        | 0,3       | 1600                     | 2,6      | 1584,96    |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 1,70                        | 0,3       | 1600                     | 0,82     | 669,12     |
|            |             |                             |           |                          | TOTAL N  | 4006,48    |





| M    |                   |         |                    | M    |                 |         |                    |
|------|-------------------|---------|--------------------|------|-----------------|---------|--------------------|
| MURO | h TOTAL (cm)      | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm) | MURO | h TOTAL<br>(cm) | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm) |
| M01Y | 210               | 523,627 | 109961,667         | M01Y | 260             | 523,627 | 136143,0167        |
| M02Y | 210               | 486,016 | 102063,363         | M02Y | 260             | 486,016 | 126364,1643        |
| M03Y | 210               | 486,016 | 102063,363         | M03Y | 260             | 486,016 | 126364,1643        |
| M03Y | 210               | 523,627 | 109961,667         | M03Y | 260             | 523,627 | 136143,0167        |
| W    |                   |         |                    |      |                 |         |                    |
| MURO | INERCIAS<br>(cm4) | V (cm)  | TOTAL W<br>(cm³)   |      |                 |         |                    |
| M01Y | 10826867,5        | 81,5    | 132845             |      |                 |         |                    |
| M02Y | 10049197,5        | 80      | 126405             |      |                 |         |                    |
| M03Y | 10049197,5        | 79,5    | 126405             |      |                 |         |                    |
| M04Y | 10826867,5        | 81,5    | 132845             |      |                 |         |                    |
| AREA |                   |         |                    |      |                 |         |                    |
| MURO | AREA (cm²)        |         |                    |      |                 |         |                    |
| M01Y | 4890              |         |                    |      |                 |         |                    |
| M02Y | 4770              |         |                    |      |                 |         |                    |
| M03Y | 4770              |         |                    |      |                 |         |                    |
| M04Y | 4890              |         |                    |      |                 |         |                    |

| ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                   | ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                   |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------|-------------------|
| MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION (kg/cm²) | MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION (kg/cm²) |
| M01Y                              | 1,5169                 | -0,13859          | M01Y                              | 1,7140                 | -0,33568          |
| M02Y                              | 1,8231                 | 0,20820           | M02Y                              | 2,0153                 | 0,01595           |
| M03Y                              | 1,8226                 | 0,20777           | M03Y                              | 2,0149                 | 0,01552           |
| M04Y                              | 1,6471                 | -0,00842          | M04Y                              | 1,8441                 | -0,20550          |

Los dos últimos cuadros corresponden a esfuerzos de compresión y tracción obtenidos por momentos en los cuales primero se consideró la misma altura de muros que la estimada para cálculo de rigideces y luego con la mayor altura, o sea con el mayor momento probable.

En análisis estático no se observan problemas de excesos sobre tensiones admisibles, ni de corte, ni flexo compresión ni flexo tracción en el sentido de los planos de muros.





## Análisis modal espectral

### Tipología 1 ampliada originalmente

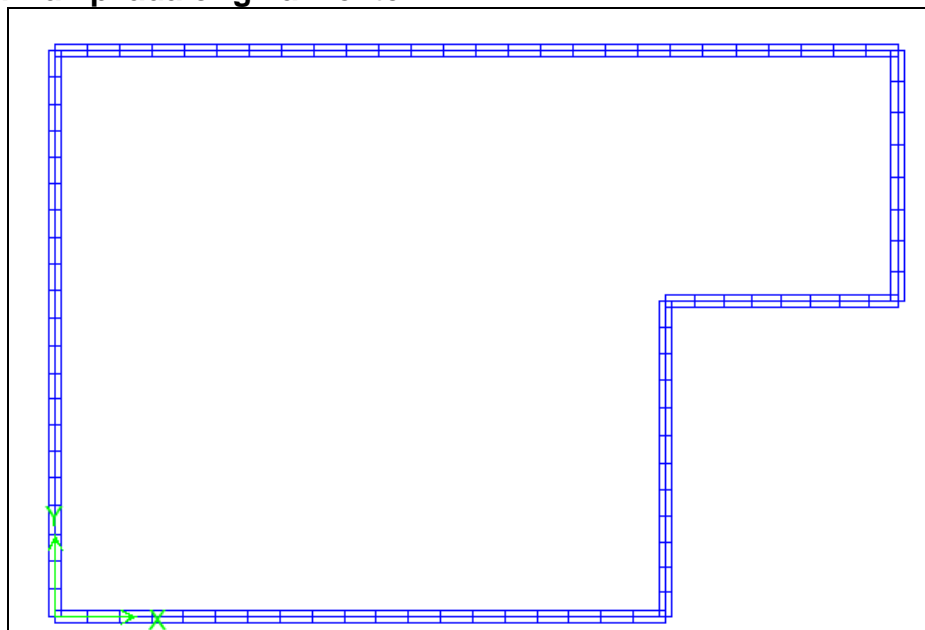


FIG. 2.230 Planta de estructura

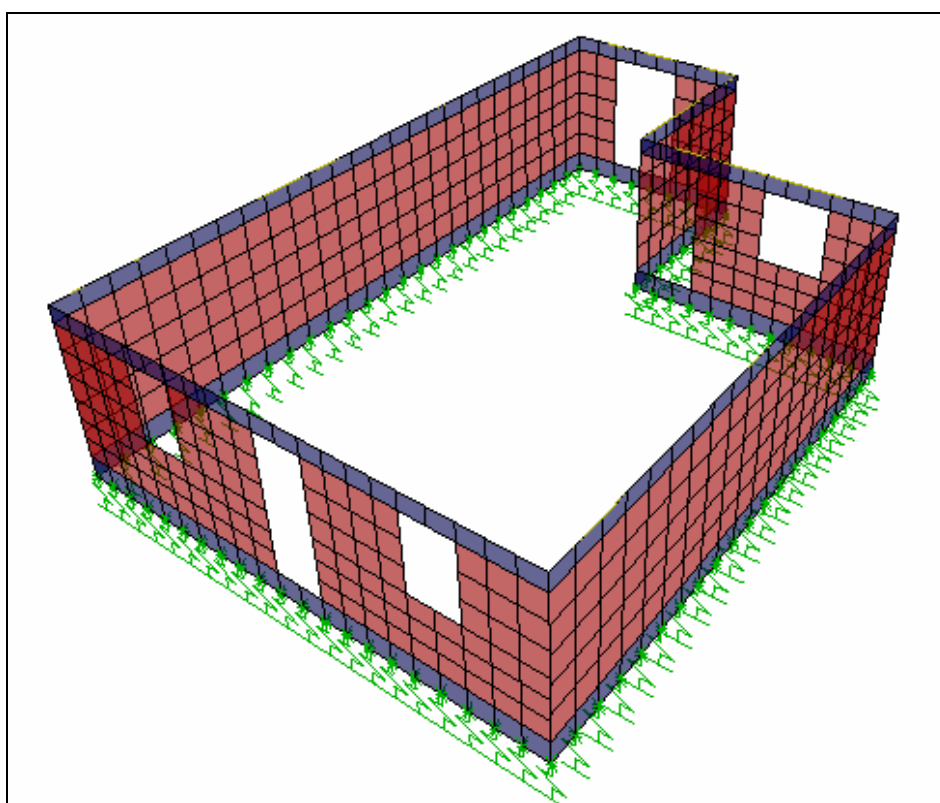


FIG. 2.231 Isométrica tipología 1 modificada

Modelación: Ingeniero Richard Vásquez







## Obra Vivienda Leopoldo Urrutia

### Datos Generales

|  |    |   |
|--|----|---|
| Zona Sísmica                                 | 2  | ▼ |
| Tipo de Suelo                                | B  | ▼ |
| Categoría                                    | II | ▼ |
| Factor R0                                    | 3  | ▼ |
| <input type="checkbox"/> ¿Espectro Elástico? |    |   |

### Parámetros Sísmicos

|     |       |
|-----|-------|
| I   | 1     |
| Ao  | 0,3   |
| To  | 0,3   |
| p   | 1,5   |
| S   | 1     |
| Ro  | 3     |
| R*x | 1,722 |
| R*y | 1,967 |

|        |       |
|--------|-------|
| I*Cmax | 18,0% |
| I*Cmin | 5,0%  |

|           |        |
|-----------|--------|
| T*x (seg) | 0,0285 |
| T*y (seg) | 0,0428 |

### Espectro NCh4330f.96 Mod 2011

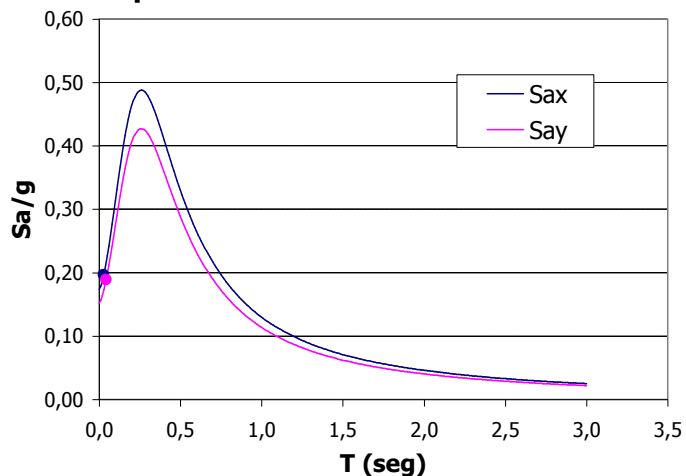
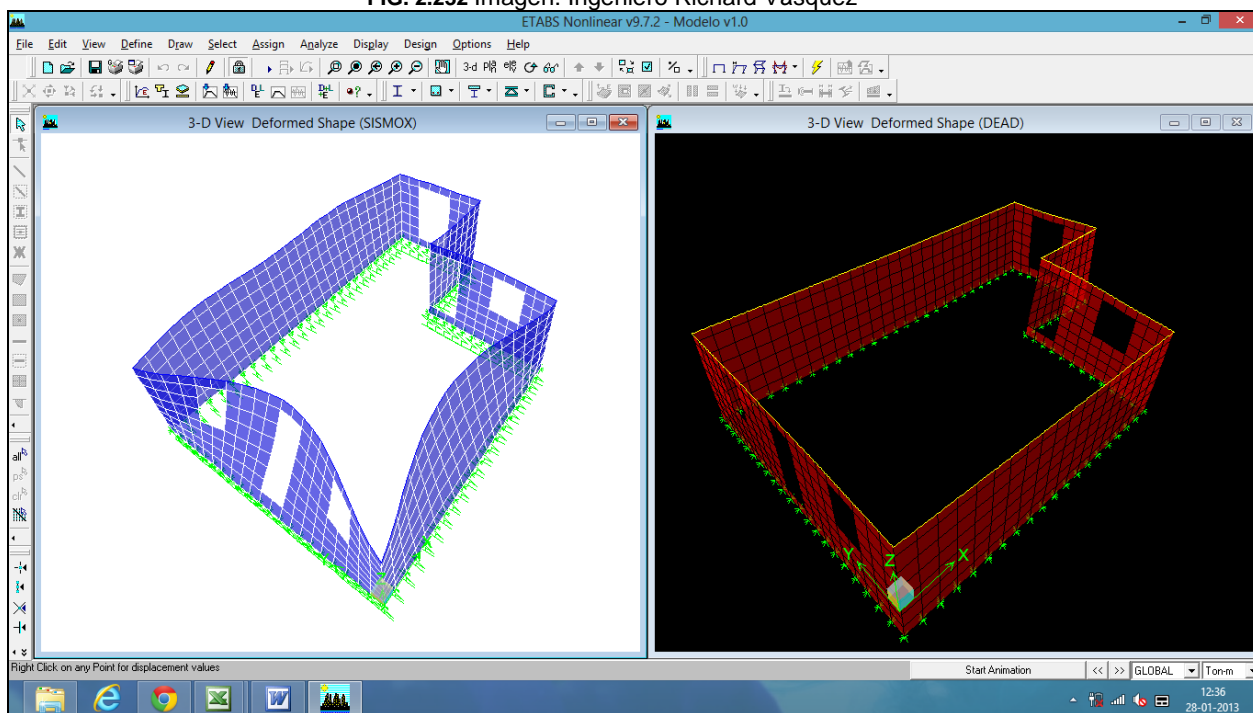


FIG. 2.232 Imagen: Ingeniero Richard Vásquez



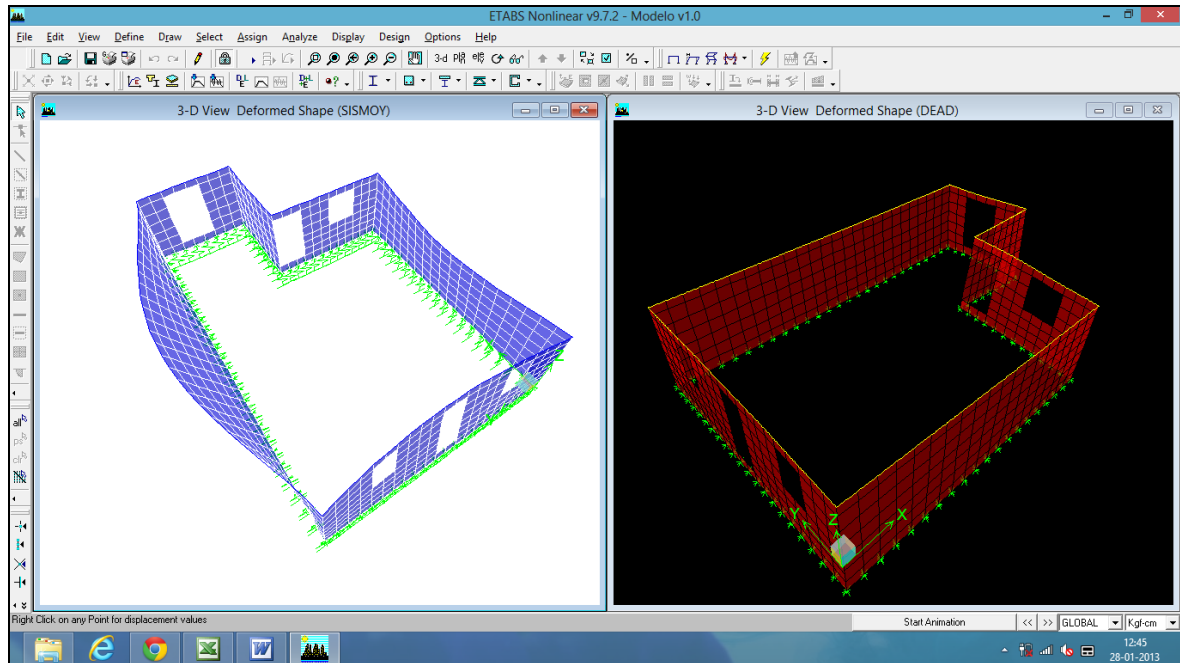
Deformada de la Estructura Sismo X

FIG. 2.233. Imagen: Ingeniero Richard Vásquez

Deformación Máxima Sismo X, en cm.

| Story  | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1 | 290   | SISMOX | 0,4406 | 0,0097 | 0,0085 | 0,00001 | 0,00121 | 0,00027 |





Deformación Máxima sismo Y, en cm.

Deformación Máxima sismo Y, en cm.

| Story  | Point | Load   | UX    | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|--------|-------|--------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1 | 334   | SISMOY | 0,018 | 2,3573 | 0,0137 | 0,00729 | 0,00005 | 0,00088 |

FIG. 2.234 Imagen: Ingeniero Richard Vásquez

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos solicitantes, la inexistencia de armadura mínima vertical y horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.<sup>83</sup>

- Se presentan muros en dirección Y con problemas asociados a esfuerzos de flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de 0.83 cm<sup>2</sup> en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.
- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

<sup>83</sup> Ver informe en anexo, página 18





Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 40 cm.

Altura fundación: 45 cm.

Se observa perfecta continuidad entre muros y fundaciones.

- Las deformaciones de la estructura en dirección X, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.
- En dirección Y, las deformaciones exceden los valores máximos admisibles. Se obtienen deformaciones del orden de los 2.35 cm. Cabe hacer notar que se omitió la colaboración de ejes intermedios que trabajan como elementos arriostrantes de flexión lateral y por lo tanto disminuirían deformadas.
- El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera ser menor al valor máximo entregado por la Normativa Sísmica.

La distancia entre vanos es superior a 60 cm. La mayoría de vanos se encuentran enmarcados en reforzamientos de albañilería y estucos.

Buena conexión entre cubierta y muros.

La distancia vertical entre vanos es superior a 60 cm. La mayoría de vanos se encuentran enmarcados en reforzamientos de albañilería y estucos.


Buena conexión entre cubierta y muros.





## 2.8.4. Caso Conjunto Crescente Errázuriz

### 2.8.4.1. Ficha Conjunto Crescente Errázuriz

| Nombre del Conjunto:  | Código de Estudio:    |
|---|-----------------------|
| Crescente Errázuriz   | C5                    |
| Ubicación.  | Normativas Aplicadas. |
| <p>CALLES: Crescente Errazuriz.</p> <p>PLANO UBICACION</p>  <p>FIG. 2.235, Dibujo: Karen Gallardo</p>   |                       |
| Normativa Aplicada  |                       |
| ZONA PRL: Z- 4m   |                       |
| <p><b>Usos de suelo permitidos:</b></p> <p>Residencial: De todo tipo.</p> <p>Equipamientos: Clases de Equipamiento de acuerdo a lo definido en el artículo. 2.1.33 de la OGUC, excepto los expresamente prohibidos a continuación.</p> <p><b>Usos de suelo prohibidos:</b></p> <p>Equipamientos; Todos los expresamente indicados a continuación:</p> <ul style="list-style-type: none"> <li>- Salud: Clínicas Psiquiátricas, Cementerios y Crematorios.</li> <li>- Educación: Locales de Educación superior., Técnica y centros de Capacitación.</li> <li>- Seguridad: Cuarteles de Bomberos; Cárceles y Centros de detención.</li> <li>- Deportes: Estadios, Saunas, baños turcos</li> <li>- Esparcimiento: Juegos electrónicos salvo que se emplacen en centros comerciales.</li> <li>- Parques zoológicos, casinos de juegos, Juegos mecánicos,</li> <li>- Comercio: Grandes tiendas, mall y megamercados, Mercados, Playas de Estacionamiento y Discotecas.</li> </ul> <p>Restaurantes, Bares, y Distribuidoras de gas licuado.</p> <p>Estaciones (venta minorista de combustibles líquidos) o Centros de Servicio</p> |                       |





|   |   |
|---|---|
| Automotor.<br><br>- Culto y Cultura: Salas de concierto o espectáculos, Cines, Teatros, Auditorios, Centros<br><br>de convenciones, exposiciones o difusión de toda especie y Medios de Comunicación, entre otros, canales de televisión, radio y prensa escrita.<br><br>Actividades Productivas: Todas en general. |   |
| <b>NORMATIVA URBANISTICAS POR ZONAS</b>   |   |
| <b>Z-4m</b>   |   |
| <b>Uso de equipamiento.</b>   |   |
| Superficie predial mínima   | 500 m <sup>2</sup>  |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo   | 40%   |
| Coeficiente de constructibilidad  | 1,5   |
| Sistemas de agrupamiento  | Aislado   |
| Altura de edificación.  | 4 pisos.  |
| Rasante   | 60°   |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos.   | 4 m   |
| <b>Antejardín mínimo</b>  |   |
| - De uno a tres pisos   | 5 m   |
| - En cuatro y más pisos   | Según Artículo 11 de Ordenanza Local                          |
| <b>Uso Residencial.</b>   |   |
| Superficie predial mínima   | 300 m <sup>2</sup>  |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo,  | 40%   |
| Porcentaje máximo de ocupación de suelo en predios de superficie ≤ a 300 m <sup>2</sup> ;   | 60%   |
| Coeficiente de constructibilidad<br>- Terrenos ≥ 1000 m. <sup>2</sup> :   | 1<br>1,5  |
| Sistemas de agrupamiento  | Aislado, pareado.   |
| - Porcentaje máximo de pareo en el deslinde, con altura de 6 m  | 40%   |
| Altura de edificación   | 3 pisos máx., 8 m. de altura.                                 |
| - Altura de edificación Terrenos ≥ 1000 m. <sup>2</sup> :   | 5 pisos, 14 m. de altura medidos desde el nivel de la solera. |





|   |                                      |
|---|--------------------------------------|
| Rasante   | 60°                                  |
| - Densidad neta máxima hasta 5 pisos  | 1.000 hab./há.                       |
| <b>Antejardín mínimo.</b>   |                                      |
| - De uno a tres pisos   | 5 m                                  |
| - En cuatro y más pisos   | Según Artículo 11 de Ordenanza Local |
| - Distanciamiento mínimo en edificios de 4 pisos  | 5 m                                  |
| <b>Antejardín mínimo.</b>   |                                      |
| - De uno a tres pisos   | 5 m                                  |
| - En cuatro y más pisos   | Según Artículo 11 de Ordenanza Local |
| - Distanciamiento mínimo en edificios de 4 pisos  | 5 m                                  |
| <p>En todos los conjuntos Habitacionales acogidos a la Ley de Propiedad Horizontal, deberá destinarse un 35% del total del terreno a Área Libre de Esparcimiento. Esta área podrá ser techada hasta en un 30% y su uso será acorde con la definición a Área Libre de Esparcimiento, establecida en esta Ordenanza.</p> <p>Los espacios a ocuparse en el subsuelo, podrán acercarse hasta una distancia de 2 m del deslinde predial, a excepción de las rampas de acceso que podrán adosarse. No se permitirá el uso del subsuelo en el área de antejardín y la ocupación de éste será igual a un 70% del total del terreno.</p> |                                      |







## Perfil de la Calle Crescente Errázuriz

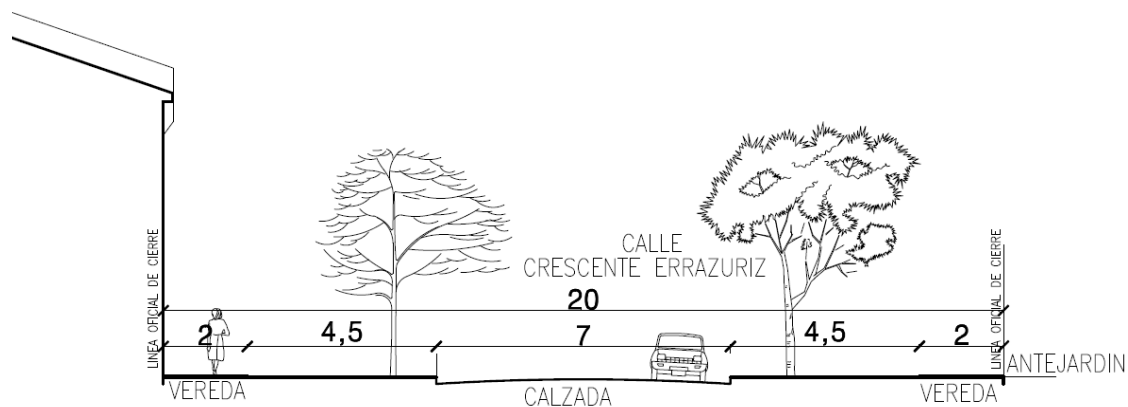


FIG. 2.236, Calle Principal Crescente Errázuriz. Dibujo: Luis Vargas.

## Planos Anteriores del Conjunto.

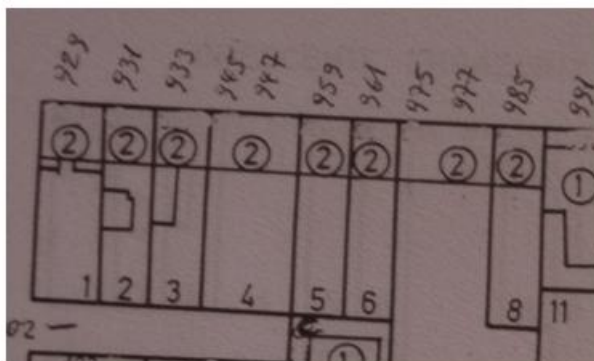
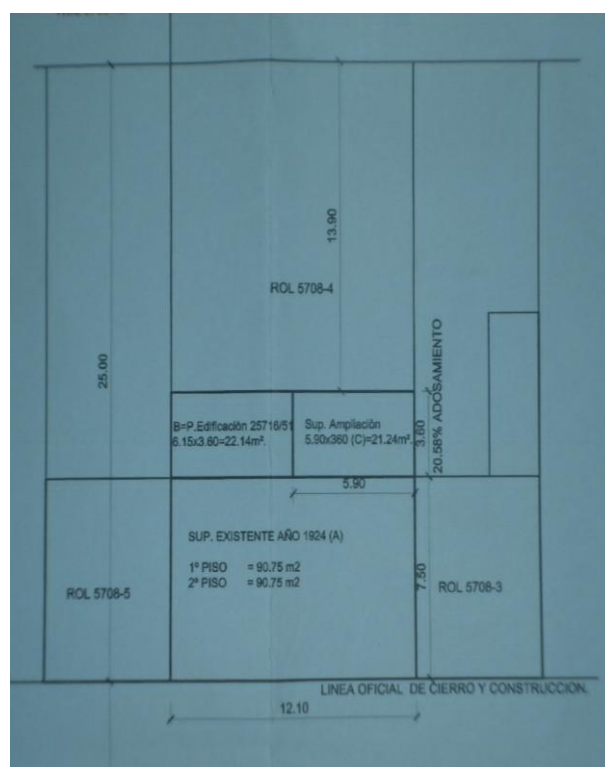


FIG. 2.237, Catastro Dirección de Obras Municipales de Ñuñoa DOM





**FIG. 2.238,** Tipología 1: Archivos municipales.  
Planos para regularización de pequeñas intervenciones presentados en la municipalidad.



**FIG. 2.239,** Fusión de 2 predios. Antecedente municipal





FIG. 2.240, Ampliación de primer piso en patio trasero. Antecedente municipal

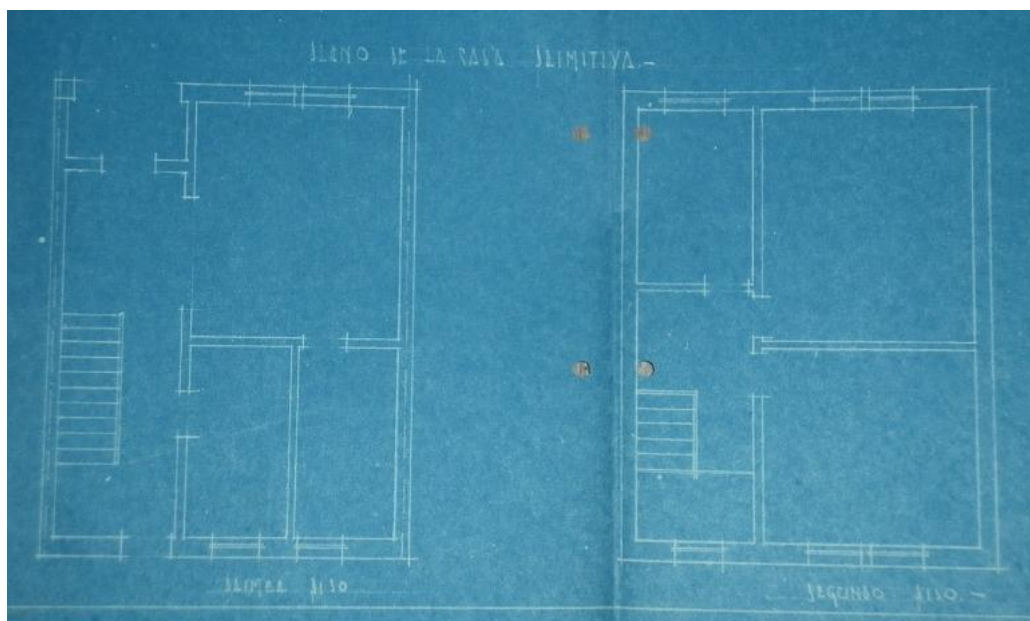


FIG. 2.241, Casa primitiva. Plano más antiguo de la Dirección de Obras Municipales





| ARQUITECTURA       |   |
|--------------------|---|
| Nº DE PROPIEDADES: | 9   |
| AÑO CONSTRUCCION   | 1924  |
| ARQUITECTO         | ---   |
| MATERIALIDAD       | Albañilería simple. Con tabiquería interior de madera y adobe |
| CONSERVACION*      | No procede  |
| USO                | Vivienda  |

### SUPERFICIES

| Conjunto<br>m2 |                    | Vivienda |              |       |   |
|----------------|--------------------|----------|--------------|-------|---|
| Terreno        | 1361,25            | TIPOS    | PREDIO<br>m2 | PISOS | CONSTRUCCIONES<br>m2                              |
| Construcciones | 816,75<br>(2pisos) | 1        | 151,25       | 1     | Piso 1: 45,375<br>Piso 2: 45,375<br>Total : 90,75 |
| Ocup. De suelo | 408,375            |          |              |       |   |

### PORCENTAJE DE OCUPACION    COEFICIENTE DE CONSTRUCTIBILIDAD

|                                  |                                  |
|----------------------------------|----------------------------------|
| <b>Conjunto.:</b> 30%            | <b>Conjunto.:</b> 0,6            |
| <b>Viviendas.:</b><br>TIPO1: 30% | <b>Viviendas.:</b><br>TIPO1: 0,6 |



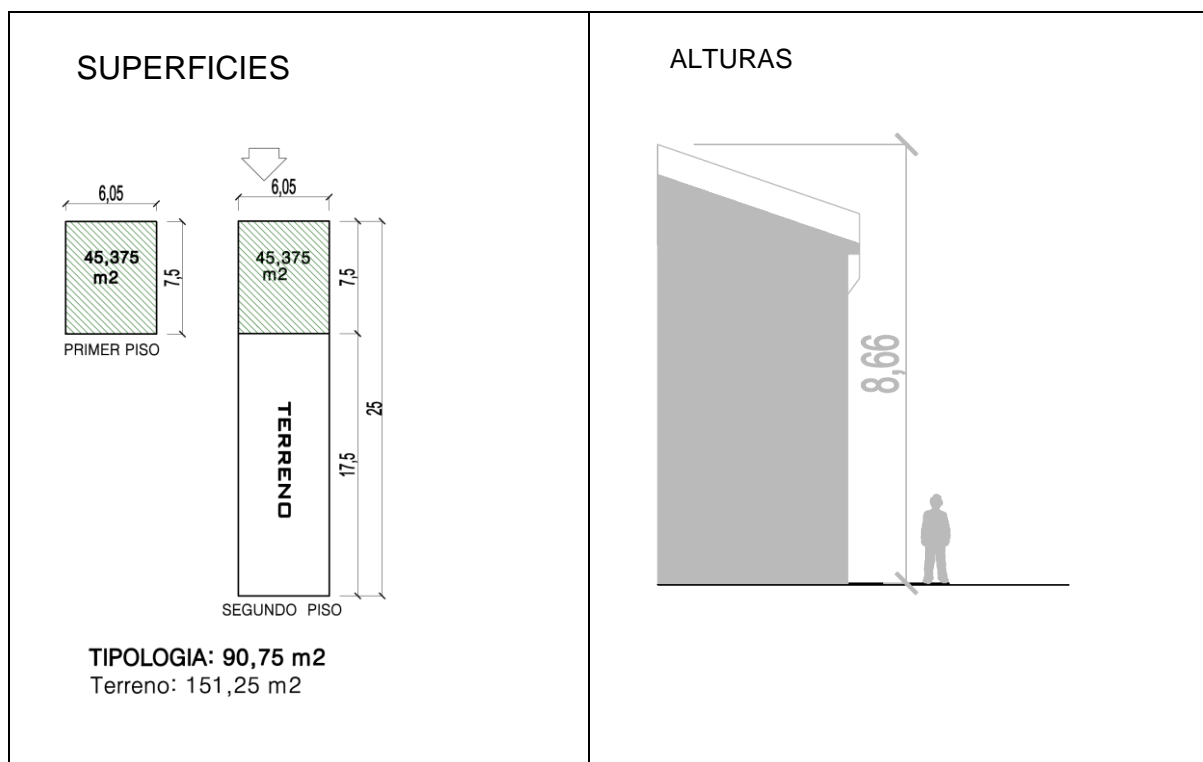


FIG. 2.242, Esquema elaborado por Luis Vargas.

## 2.8.4.2. Presentación de Conjunto.

### Descripción general.

El conjunto comprende un bloque compacto unitario y de pocas viviendas. Su infraestructura se ve muy bien mantenida al observar su mínimo ornamento y accesos en arco de medio punto.

### Tipologías.

Tipo 1: Se trata de una fachada continua, asimétrica la que se repite a modo de espejo con su construcción vecina. Esto último responde a una tipología pareada que comprende muro cortafuego cada dos viviendas.







**FIG. 2.243,** Tipología única. Las viviendas se parean de modo de quedar unidas por los accesos; van así separadas cada dos unidades por muro cortafuego que sobresale de cubierta.

Imagen: Luis Vargas



**FIG. 2.244,** Imagen: Luis Vargas





### **Valores arquitectónicos.**

El conjunto se muestra muy austero, casi sin ornamentos y con ladrillo artesanal a la vista exterior. Su belleza radica en la simpleza que ha sabido mantenerse en el tiempo. Cada dos casas aparece un muro cortafuego y en la mayoría de las cubiertas se mantiene teja de arcilla.

### **Valores urbano arquitectónicos.**

Su posicionamiento es notorio en el entorno, con respecto a las otras viviendas conformadas su mayoría de un piso y con antejardín y entrada de autos. A pesar del poco espacio que el conjunto ocupa en la cuadra, sus espacios públicos y de viabilidad son mas generosos.

### **Estado de conservación.**

Buen estado de conservación, no presenta cambios a la vista de sus terminaciones originales ni tampoco algún tipo de grieta en sus muros de carga.

### **Amenazas a la densidad.**

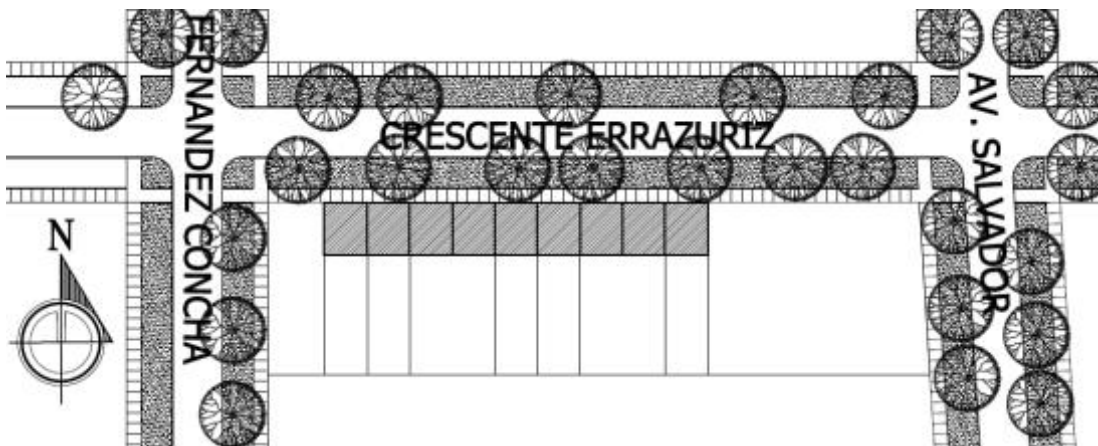
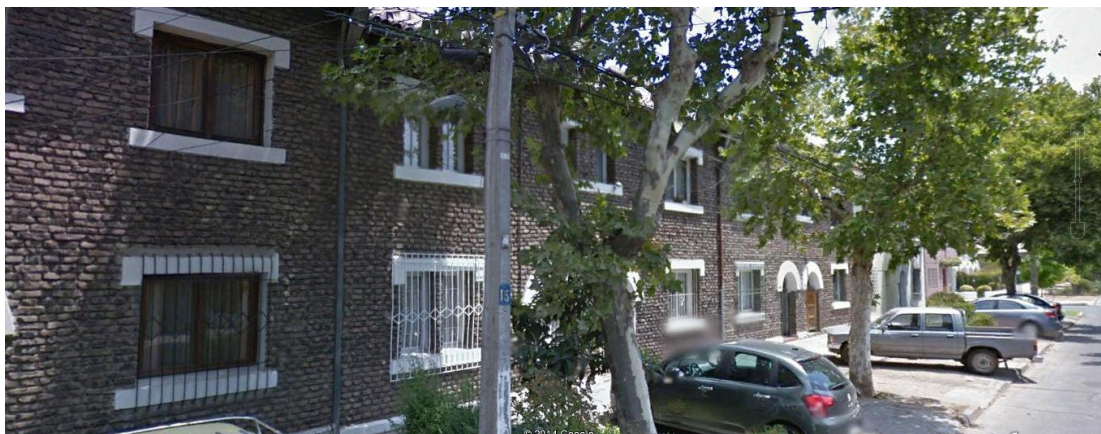
Se establecen amenazas desde dos edificaciones por calle Fernández Concha. Estas se ubican detrás del conjunto.







### 2.8.4.3. Ficha de Presentación Tipologías

| Tipología de Vivienda:   | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha:   |
|--|----------------------------|--|
| 1  | Crescente Errázuriz        | N° 1   |
| Ubicación  |                            | Imagen   |
|  |                            |  |
| <p>FIG. 2.245, Dibujo: Luis Vargas</p>   |                            | <p>FIG. 2.246, Imagen extraída de Google Street View.</p>                            |





## Fachada Principal

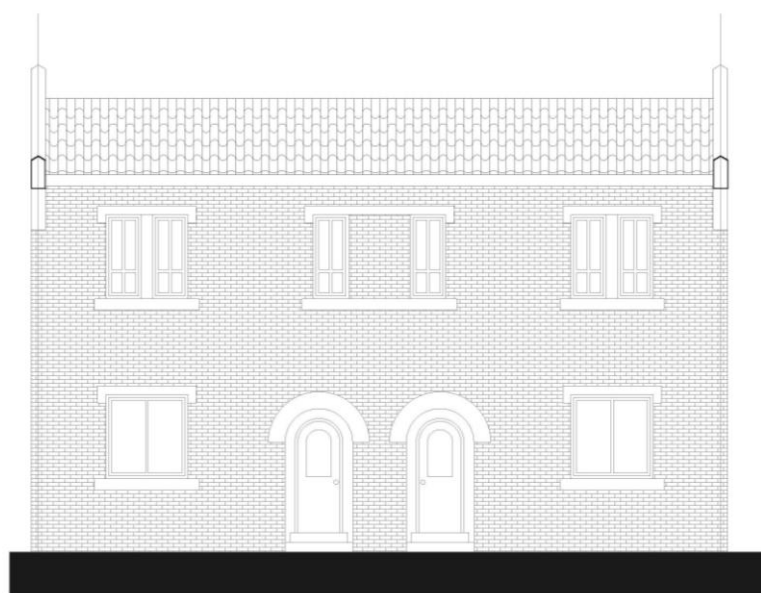


FIG. 2.247, Dibujo: Luis Vargas

## Planta de Arquitectura 1° Piso

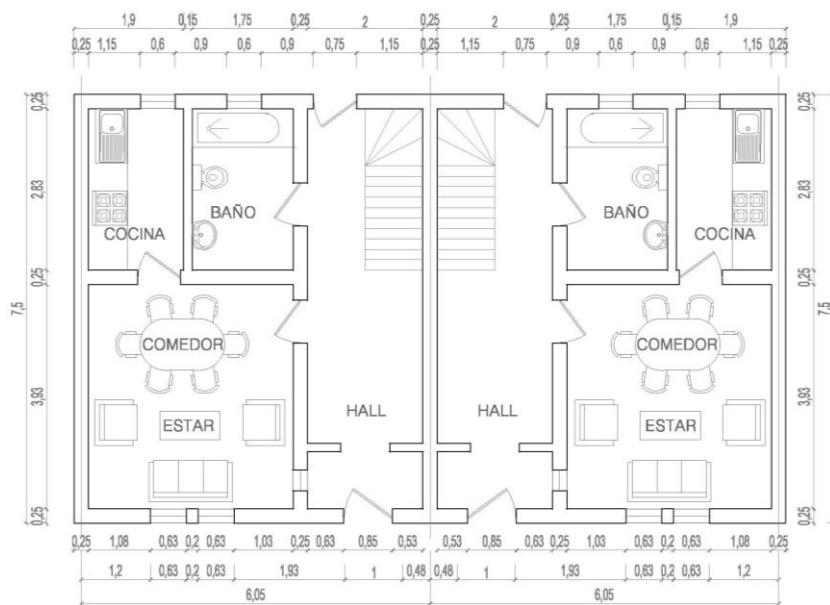


FIG. 2.248, Imagen: Luis Vargas





## Planta de Arquitectura 2° Piso

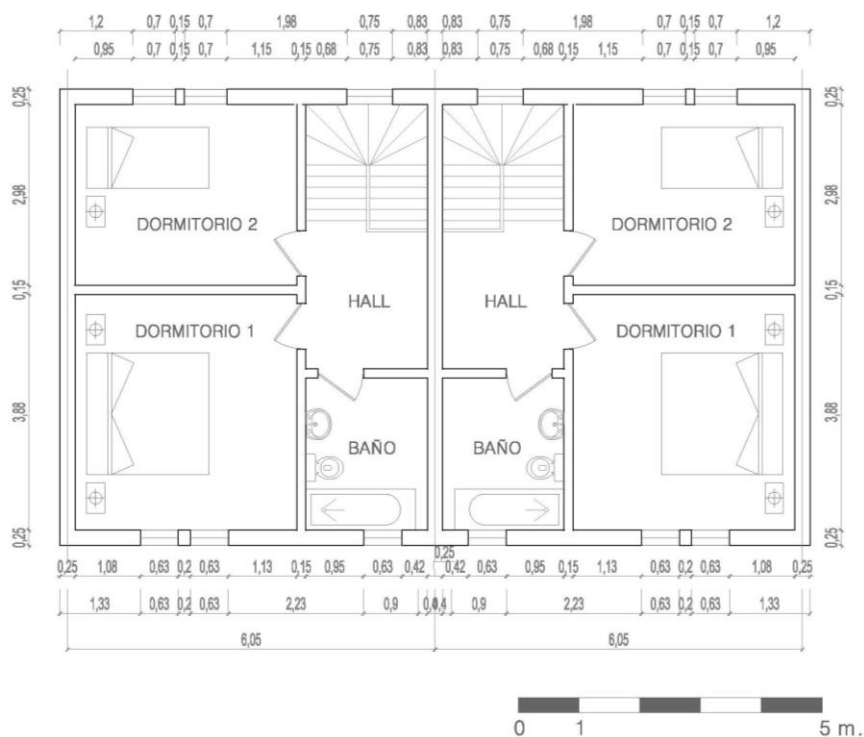


FIG. 2.249, Imagen: Luis Vargas

## Corte A-A

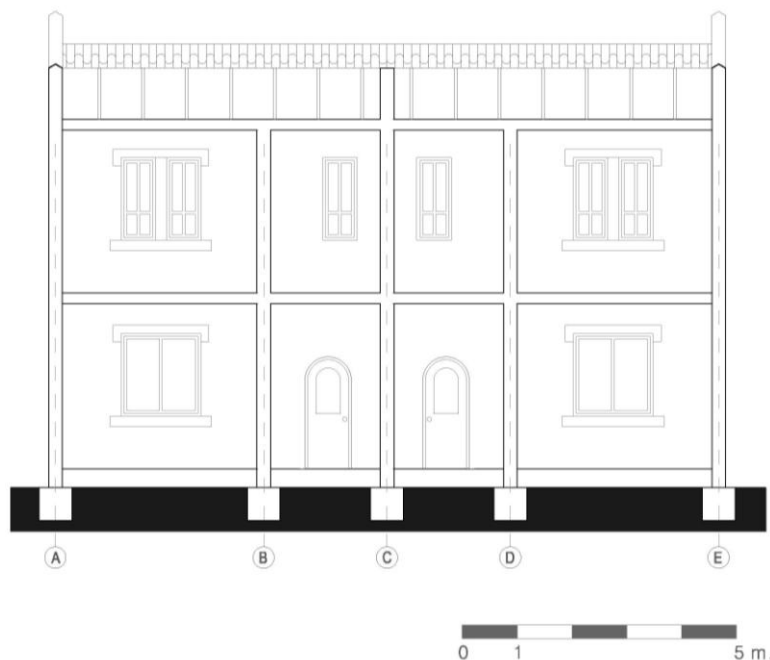


FIG. 2.250, Imagen: Luis Vargas





## Escantillón 1

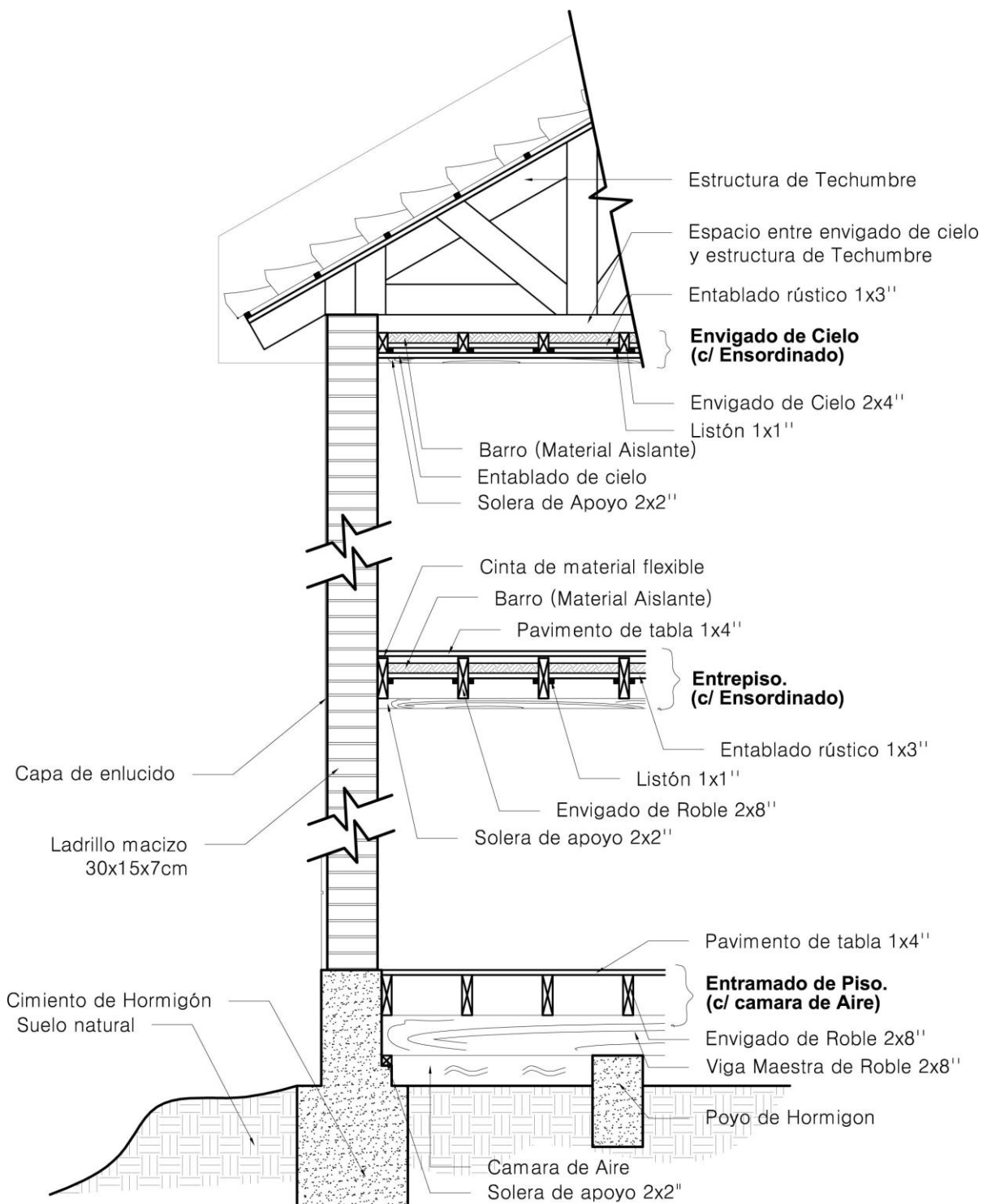


FIG. 2.251, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales





### Planta de Estructura 1° Piso

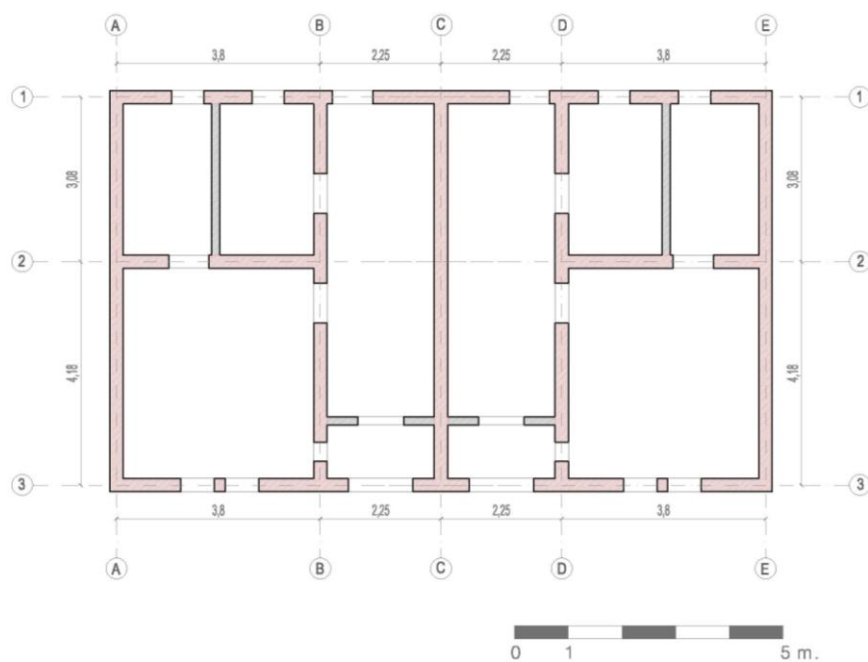


FIG. 2.252, Imagen: Luis Vargas

### Planta de Estructura 2° Piso

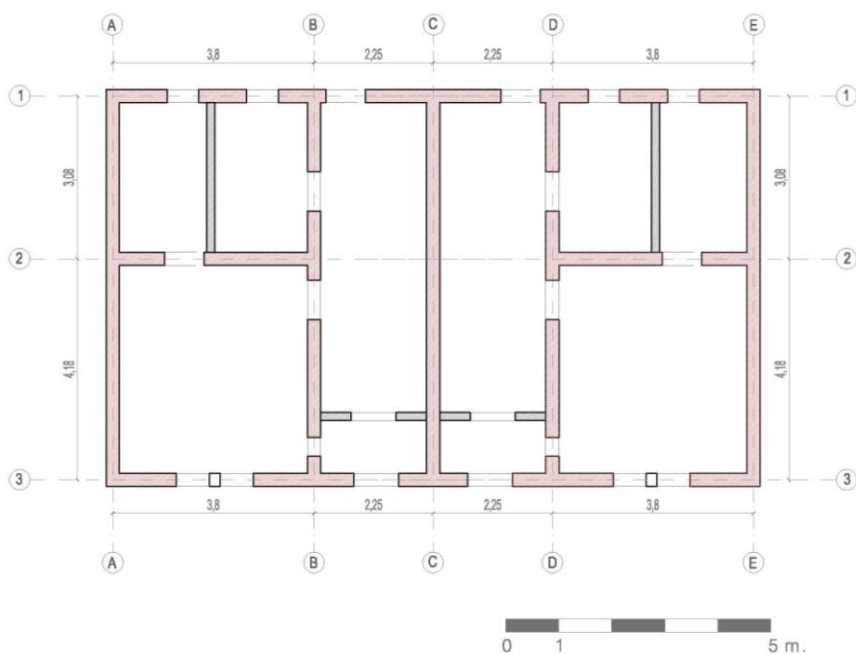


FIG. 2.253, Imagen: Luis Vargas





#### 2.8.4.4. Análisis estructural

Análisis estático.

Método de tensiones admisibles. Ver planta de estructura de conjunto primer piso.

Son 19 muros

| PLANILLA DE CALCULOS ESTRUCTURALES       |             |                            |           |                          |                        |            |
|--|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------|------------------------|------------|
| CONJUNTO A ANALIZAR: CRESCENTE ERRAZURIZ |             |                            |           |                          |                        |            |
| EJE MAS DESFAVORABLE A ANALIZAR: EJE 1   |             |                            |           |                          |                        |            |
| FUERZA H EN EJE 1, 1° PISO               |             |                            |           |                          |                        |            |
| CARGA                                    | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)               | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO                                | MADERA      | Forma Irregular Area: 84,3 |           | 250                      | -                      | 21075      |
| MUROS                                    | ALBAÑILERIA | 50,48                      | 0,25      | 1600                     | 1,20                   | 24230,4    |
| CONECTOR                                 | ALBAÑILERIA | 62,69                      | 0,25      | 1600                     | 1,7                    | 42629,2    |
|  |             |                            |           |                          | TOTAL H                | 87934,6    |
|  |             |                            |           |                          | H1+H2                  | 137536,82  |
|  |             |                            |           |                          | H x COEF. SISMICO 0,18 | 24756,627  |

| CALCULO RIGIDEZ |            |            |            |               |            |        |   |           |
|-----------------|------------|------------|------------|---------------|------------|--------|---|-----------|
| MURO            | LARGO (cm) | ANCHO (cm) | AREA (cm²) | INERCIA (cm4) | E (kg/cm²) | h (cm) | F | K (kg/cm) |
| M01X            | 120        | 25         | 3000       | 3600000       | 10000      | 213    | 3 | 11173,75  |
| M02X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M03X            | 105        | 25         | 2625       | 2411718,75    | 10000      | 150    | 3 | 21428,93  |
| M04X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M05X            | 240        | 25         | 6000       | 28800000      | 10000      | 150    | 3 | 255897,64 |
| M06X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M07X            | 105        | 25         | 2625       | 2411718,75    | 10000      | 150    | 3 | 21428,93  |
| M08X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M09X            | 240        | 25         | 6000       | 28800000      | 10000      | 150    | 3 | 255897,64 |
| M10X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M11X            | 105        | 25         | 2625       | 2411718,75    | 10000      | 150    | 3 | 21428,93  |
| M12X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M13X            | 240        | 25         | 6000       | 28800000      | 10000      | 150    | 3 | 255897,64 |
| M14X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M15X            | 105        | 25         | 2625       | 2411718,75    | 10000      | 150    | 3 | 21428,93  |
| M16X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M17X            | 240        | 25         | 6000       | 28800000      | 10000      | 150    | 3 | 255897,64 |
| M18X            | 167        | 25         | 4175       | 9703047,917   | 10000      | 150    | 3 | 86214,83  |
| M19X            | 52         | 25         | 1300       | 292933,3333   | 10000      | 213    | 3 | 909,21    |







| DISTRIBUCION FUERZA SISMICA H SEGÚN RIGIDEZ |           |              |                 |                  |
|---|-----------|--------------|-----------------|------------------|
| MURO  | K (kg/cm) | H TOTAL (kg) | TOTAL K (kg/cm) | H REPARTIDO (kg) |
| M01X  | 11173,75  | 24756,6273   | 1897322,70      | 145,797          |
| M02X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,94748       |
| M03X  | 21428,93  | 24756,6273   | 1897322,70      | 279,609          |
| M04X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,94748       |
| M05X  | 255897,64 | 24756,6273   | 1897322,70      | 3339,001         |
| M06X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,94748       |
| M07X  | 21428,93  | 24756,6273   | 1897322,70      | 279,609          |
| M08X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,94748       |
| M09X  | 255897,64 | 24756,6273   | 1897322,70      | 3339,001         |
| M10X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,94748       |
| M11X  | 21428,93  | 24756,6273   | 1897322,70      | 279,609          |
| M12X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,94748       |
| M13X  | 255897,64 | 24756,6273   | 1897322,70      | 3339,001         |
| M14X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,947         |
| M15X  | 21428,93  | 24756,6273   | 1897322,70      | 279,60873        |
| M16X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,947         |
| M17X  | 255897,64 | 24756,6273   | 1897322,70      | 3339,00108       |
| M18X  | 86214,83  | 24756,6273   | 1897322,70      | 1124,947         |
| M19X  | 909,21    | 24756,6273   | 1897322,70      | 11,864           |





| VERIFICACION ESF. CORTE |                    |                         |          |            |
|-------------------------|--------------------|-------------------------|----------|------------|
| MURO                    | H DEL MURO<br>(kg) | AREA (cm <sup>2</sup> ) | 66% AREA | TOTAL (Tτ) |
| M01X                    | 145,80             | 3000                    | 1980     | 0,073635   |
| M02X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M03X                    | 279,61             | 2625                    | 1732,5   | 0,161390   |
| M04X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M05X                    | 3339,00            | 6000                    | 3960     | 0,843182   |
| M06X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M07X                    | 279,61             | 2625                    | 1732,5   | 0,161390   |
| M08X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M09X                    | 3339,00            | 6000                    | 3960     | 0,843182   |
| M10X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M11X                    | 279,61             | 2625                    | 1732,5   | 0,161390   |
| M12X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M13X                    | 3339,00            | 6000                    | 3960     | 0,843182   |
| M14X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M15X                    | 279,61             | 2625                    | 1732,5   | 0,161390   |
| M16X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M17X                    | 3339,00            | 6000                    | 3960     | 0,843182   |
| M18X                    | 1124,95            | 4175                    | 2755,5   | 0,408255   |
| M19X                    | 11,86              | 1300                    | 858      | 0,013827   |





|                 |             |                            |           |                          |          |            |
|-----------------|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------|----------|------------|
| CALCULO CARGA N |             |                            |           |                          |          |            |
| MURO M01X       |             |                            |           |                          |          |            |
| CARGA           | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA        | TEJAS       | 1,92                       | 2,06      | 250                      | -        | 988,8      |
| MUROS           | ALBAÑILERIA | 3,26                       | 0,25      | 1600                     | 3,2      | 4172,8     |
| CONECTOR        | ALBAÑILERIA | 3,98                       | 0,25      | 1600                     | 1,7      | 2706,4     |
|                 |             |                            |           |                          | TOTAL N2 | 7868       |
|                 |             |                            |           | TOTAL N1+N2              |          | 19660,816  |
| MURO M02X       |             |                            |           |                          |          |            |
| CARGA           | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA        | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250                      | -        | 1157,5     |
| MUROS           | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600                     | 3,20     | 4812,8     |
| CONECTOR        | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600                     | 1,70     | 3454,4     |
|                 |             |                            |           |                          | TOTAL N2 | 9424,7     |
|                 |             |                            |           | TOTAL N1+N2              |          | 21632,72   |
| MURO M03X       |             |                            |           |                          |          |            |
| CARGA           | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA        | TEJAS       | 2,25                       | 0,63      | 250                      | -        | 354,375    |
| MUROS           | ALBAÑILERIA | 1,68                       | 0,25      | 1600                     | 3,2      | 2150,4     |
| CONECTOR        | ALBAÑILERIA | 2,88                       | 0,25      | 1600                     | 1,70     | 1958,4     |
|                 |             |                            |           |                          | TOTAL N2 | 4463,175   |
|                 |             |                            |           | TOTAL N1+N2              |          | 7401,98    |





| MURO M04X |             |                            |           |               |          |            |
|-----------|-------------|----------------------------|-----------|---------------|----------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U. | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
|           |             |                            |           | (Kg/m²)       |          |            |
| CUBIERTA  | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250           | -        | 1157,5     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600          | 3,2      | 4812,8     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600          | 1,70     | 3454,4     |
|           |             |                            |           |               | TOTAL N2 | 9424,7     |
|           |             |                            |           | TOTAL N1+N2   |          | 13365,52   |
| MURO M05X |             |                            |           |               |          |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U. | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
|           |             |                            |           | (Kg/m²)       |          |            |
| CUBIERTA  | TEJAS       | 3,85                       | 2,02      | 250           | -        | 1944,25    |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 4,48                       | 0,25      | 1600          | 3,2      | 5734,4     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,91                       | 0,25      | 1600          | 1,7      | 4018,8     |
|           |             |                            |           |               | TOTAL N2 | 11697,45   |
|           |             |                            |           | TOTAL N1+N2   |          | 18814,74   |
| MURO M06X |             |                            |           |               |          |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U. | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
|           |             |                            |           | (Kg/m²)       |          |            |
| CUBIERTA  | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250           | -        | 1157,5     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600          | 3,2      | 4812,8     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600          | 1,70     | 3454,4     |
|           |             |                            |           |               | TOTAL N2 | 9424,7     |
|           |             |                            |           | TOTAL N1+N2   |          | 13365,52   |





| MURO M07X |             |                            |           |                          |             |            |
|-----------|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | 2,25                       | 0,63      | 250                      | -           | 354,375    |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 1,68                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 2150,4     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 2,88                       | 0,25      | 1600                     | 1,70        | 1958,4     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N2    | 4463,175   |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 7401,98    |
| MURO M08X |             |                            |           |                          |             |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250                      | -           | 1157,5     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 4812,8     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600                     | 1,70        | 3454,4     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N2    | 9424,7     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 13365,52   |
| MURO M09X |             |                            |           |                          |             |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | 3,85                       | 2,02      | 250                      | -           | 1944,25    |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 4,48                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 5734,4     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,91                       | 0,25      | 1600                     | 1,7         | 4018,8     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N2    | 11697,45   |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 18814,74   |





| MURO M10X |             |                            |           |                          |             |            |
|-----------|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250                      | -           | 1157,5     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 4812,8     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600                     | 1,70        | 3454,4     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N2    | 9424,7     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 13365,52   |
| MURO M11X |             |                            |           |                          |             |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | 2,25                       | 0,63      | 250                      | -           | 354,375    |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 1,68                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 2150,4     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 2,88                       | 0,25      | 1600                     | 1,70        | 1958,4     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N     | 4463,175   |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 7401,98    |
| MURO M12X |             |                            |           |                          |             |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250                      | -           | 1157,5     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 4812,8     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600                     | 1,70        | 3454,4     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N     | 9424,7     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 13365,52   |

| MURO M13X |             |                            |           |                          |             |            |
|-----------|-------------|----------------------------|-----------|--------------------------|-------------|------------|
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | 3,85                       | 2,02      | 250                      | -           | 1944,25    |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 4,48                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 5734,4     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,91                       | 0,25      | 1600                     | 1,7         | 4018,8     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N     | 11697,45   |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 18814,74   |
| MURO M14X |             |                            |           |                          |             |            |
| CARGA     | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)    | TOTAL (kg) |
| CUBIERTA  | TEJAS       | Forma Irregular Area: 4,63 |           | 250                      | -           | 1157,5     |
| MUROS     | ALBAÑILERIA | 3,76                       | 0,25      | 1600                     | 3,2         | 4812,8     |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 5,08                       | 0,25      | 1600                     | 1,70        | 3454,4     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N     | 9424,7     |
|           |             |                            |           |                          | TOTAL N1+N2 | 13365,52   |





| M    |                               |         |                               | M    |                 |         |                    |
|------|-------------------------------|---------|-------------------------------|------|-----------------|---------|--------------------|
| MURO | h TOTAL (cm)                  | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm)            | MURO | h TOTAL<br>(cm) | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm) |
| M01X | 213                           | 145,797 | 31054,7961                    | M01X | 320             | 145,797 | 46655,0928         |
| M02X | 150                           | 1124,95 | 168742,122                    | M02X | 320             | 1124,95 | 359983,195         |
| M03X | 150                           | 279,61  | 41941,31                      | M03X | 320             | 279,61  | 89474,7947         |
| M04X | 150                           | 1124,95 | 168742,122                    | M04X | 320             | 1124,95 | 359983,195         |
| M05X | 150                           | 3339,00 | 500850,163                    | M05X | 320             | 3339,00 | 1068480,35         |
| W    |                               |         |                               |      |                 |         |                    |
| MURO | INERCIA<br>(cm <sup>4</sup> ) | V (cm)  | TOTAL W<br>(cm <sup>3</sup> ) |      |                 |         |                    |
| M01X | 3600000                       | 60,0    | 60000                         |      |                 |         |                    |
| M02X | 9703047,92                    | 84      | 116204,167                    |      |                 |         |                    |
| M03X | 2411718,75                    | 52,5    | 45937,5                       |      |                 |         |                    |
| M04X | 9703047,92                    | 84      | 116204,167                    |      |                 |         |                    |
| M05X | 28800000                      | 120,0   | 240000                        |      |                 |         |                    |

|                                   |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|--|-----------------------------------|------------------------|----------------------|--|--|--|
| AREA                              |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| MURO                              | AREA (cm²)             |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M01X                              | 3000                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M02X                              | 4175                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M03X                              | 2625                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M02X                              | 4175                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| M03X                              | 6000                   |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
|                                   |                        |                   |  |                                   |                        |                      |  |  |  |
| ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                   |  | ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                      |  |  |  |
| MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION (kg/cm²) |  | MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION<br>(kg/cm²) |  |  |  |
| M01X                              | 7,0712                 | 6,03603           |  | M01X                              | 7,3312                 | 5,77602              |  |  |  |
| M02X                              | 6,6336                 | 3,72937           |  | M02X                              | 8,2793                 | 2,08364              |  |  |  |
| M03X                              | 3,7328                 | 1,90679           |  | M03X                              | 4,7676                 | 0,87205              |  |  |  |
| M04X                              | 4,6534                 | 1,74920           |  | M04X                              | 6,2992                 | 0,10347              |  |  |  |
| M05X                              | 5,2227                 | 1,04891           |  | M05X                              | 7,5878                 | -1,31621             |  |  |  |

Los dos últimos cuadros corresponden a esfuerzos de compresión y tracción obtenidos por momentos en los cuales primero se consideró la misma altura de muros que la estimada para cálculo de rigideces y luego con la mayor altura, o sea con el mayor momento probable.

Se observan problemas de compresión y de tracción por exceso de tensiones admisibles.







## ANÁLISIS MODAL ESPECTRAL

Se analizó un pareo de 2 casas. No se calculó la batería completa de viviendas pues es un análisis con entrepisos flexibles, por lo tanto se mantienen las proporciones de los esfuerzos. Cálculo con Etabs realizado por el ingeniero Richard Vásquez

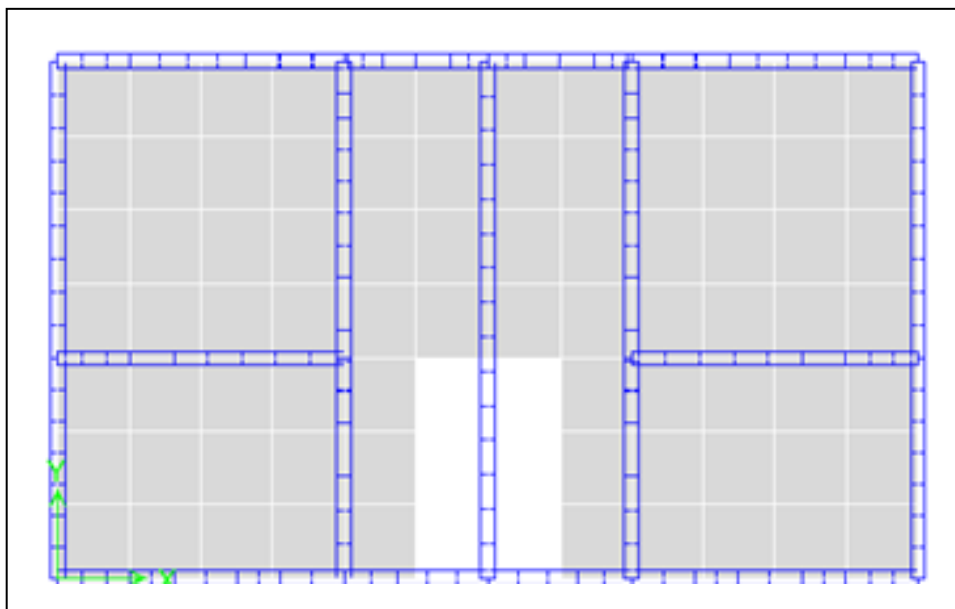


FIG. 2.254, Planta de estructura. Autor: ingeniero Richard Vásquez.

FIG. 2.255, Propiedades Mecánicas Hormigón kgf cm.





**Material Property Data**

Material Name: ALBA

Display Color: [Red Box]

Type of Material: ☒ Isotropic ☐ Orthotropic

Type of Design: [None]

Design: [None]

Analysis Property Data:

- Mass per unit Volume: 1.680E-06
- Weight per unit Volume: 1.650E-03
- Modulus of Elasticity: 60000
- Poisson's Ratio: 0.3
- Coeff of Thermal Expansion: 1.170E-05
- Shear Modulus: 23076.9231

Design Property Data:

OK Cancel

FIG. 2.256, Propiedades Mecánicas Albañilería kgf cm.

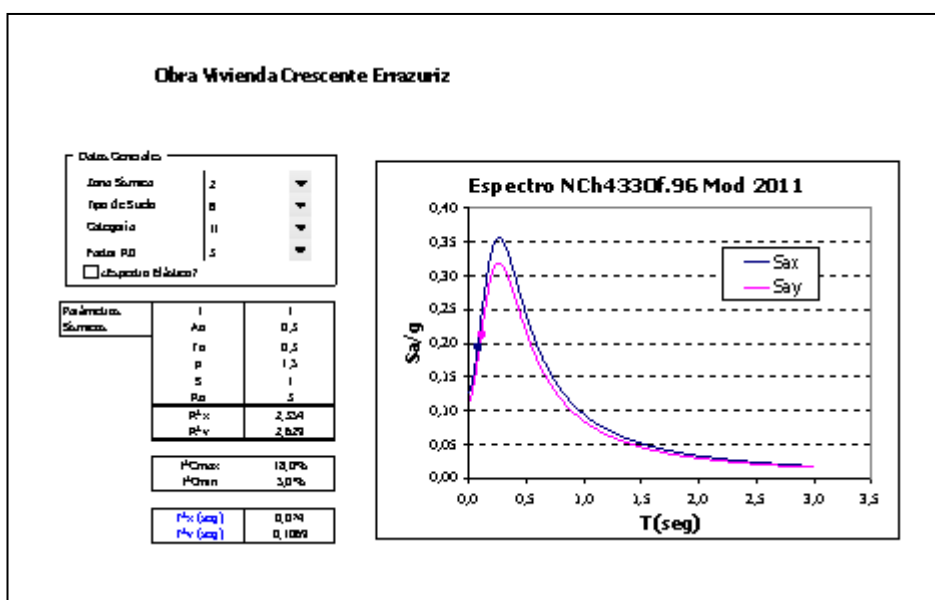


FIG. 2.257, Espectro Nch 433 of. 96 Mod. 2011.



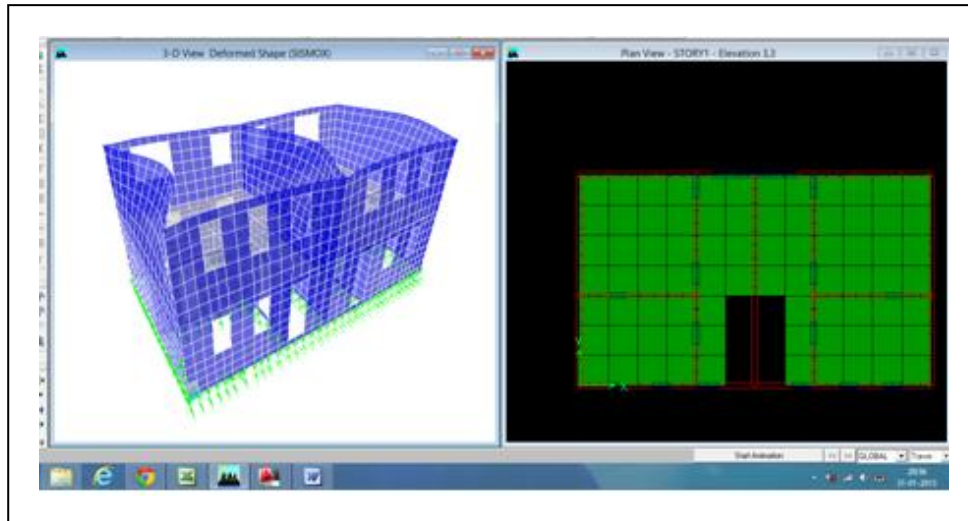


FIG. 2.258, Deformada de la Estructura Sismo X.

**Deformación Máxima Sismo X, en cm.**

| Story      | Point | Load   | UX     | UY | UZ | RX | RY      | RZ      |
|------------|-------|--------|--------|----|----|----|---------|---------|
| STO RY 1-1 | 1036  | SISMOX | 0,4065 | 0  | 0  | 0  | 0,00113 | 0,00022 |

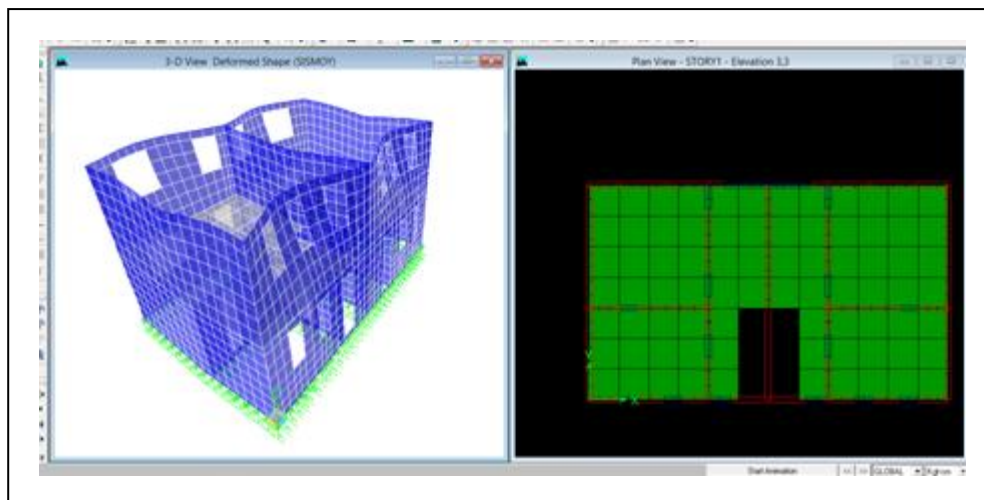


FIG. 2.259, Deformada de la Estructura Sismo Y.

**Deformación Máxima sismo Y, en cm.**

| Story      | Point | Load   | UX     | UY    | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|------------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|
| STO RY 1-1 | 864   | SISMOY | 0,0016 | 0,206 | 0,0403 | 0,00041 | 0,00002 | 0,00007 |





- Dados los parámetros de los materiales mencionados anteriormente, los datos del suelo utilizado y la ubicación, se ha realizado la estructuración del Proyecto Vivienda Unifamiliar, siguiendo a cabalidad lo especificado por la normativa.

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.

- Se presentan muros en ambas direcciones con problemas asociados a esfuerzos compresión simple y flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de  $0.67 \text{ cm}^2$  en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.

- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 40 cm.

Altura fundación: 45 cm.

Se observa que existe perfecta continuidad entre muros y fundaciones.

- Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.


El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera utilizarse un menor valor que el máximo entregado por la Normativa Sísmica. En la época de construcción probablemente se usó un coeficiente aproximado a un 10 o 12% y no el 18% con el que se efectuaron los cálculos de este estudio.





## 2.8.5. Caso Conjunto Núñez de Arce.

### 2.8.5.1. Ficha Conjunto Núñez de Arce

| Nombre del Conjunto:   | Código de Estudio:   |
|--|--|
| Núñez de Arce  | C4   |
| Ubicación.   | Normativas Aplicadas.  |
| <p>CALLES: Núñez de Arce, entre Avenida Suecia y Chile-España.</p>  <p>UBICACION CONJUNTO<br/>CALLES PRINCIPALES</p> <p>FIG. 2.260, Dibujo: Karen Gallardo</p> | <p><b>ZONA PRL: Z-3 B</b></p> <p><b>Usos de suelo permitidos:</b><br/>Residencial: De todo tipo<br/>Equipamientos: Clases de Equipamiento de acuerdo a lo definido en el artículo. 2.1.33 de la OGUC, excepto los expresamente prohibidos a continuación.</p> <p><b>Usos de suelo prohibidos:</b><br/>Equipamiento: Todos los expresamente indicados a continuación:<br/>- Comercio: Mercados y Discotecas.<br/>- Deportes: Estadios<br/>- Esparcimiento: Parques zoológicos, Casinos de juegos y Juegos electrónicos o mecánicos, (salvo que estos últimos se emplacen en locales destinados exclusivamente al uso de equipamiento comercial y/o de esparcimiento).<br/>- Salud: Cementerios y crematorios.<br/>- Seguridad: Cárceles y Centros de detención.</p> <p><b>Actividades Productivas:</b> Todas en general</p> |
| NORMATIVA URBANISTICAS POR ZONAS   |  |
| Zona Z-3B  |  |
| Uso Residencial  |  |
| Superficie Predial Mínima  | 300 m <sup>2</sup>   |
| Porcentaje máxima de ocupación de suelo  | 40%  |
| Terreno > a 2000 m <sup>2</sup>  | 50%  |
| Coeficiente de constructibilidad   | 1.5  |
| Terreno > a 2000 m <sup>2</sup>  | 1.6  |
| Sistema de Agrupamiento  | Aislado, Pareado   |





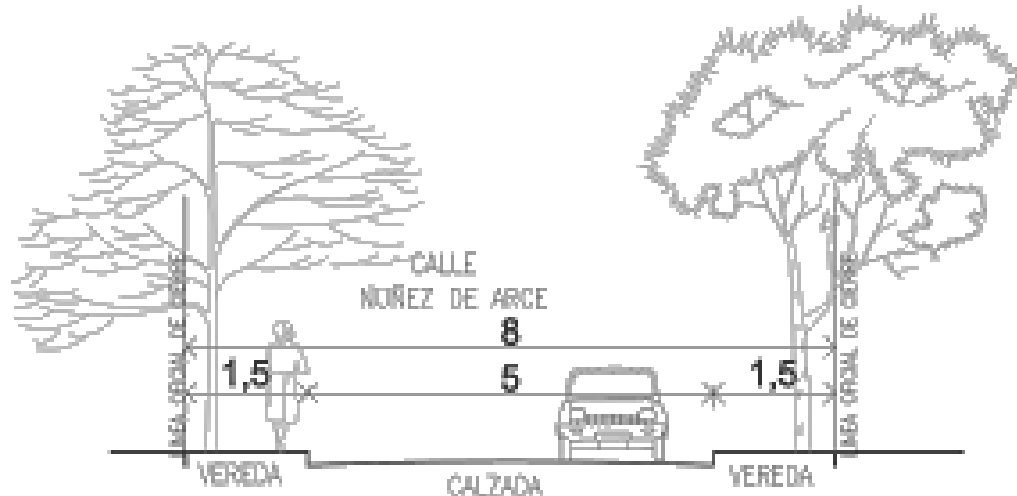
|   |   |
|---|---|
| Porcentaje máximo de pareo respecto al deslinde, bajo altura de 7m.   | 50%   |
| Adosamiento   | Según Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones, retirado en 3 m. de la línea de edificación. |
| Altura de edificación<br>Terreno > a 2000 m <sup>2</sup>  | 5 pisos, 14 m de altura máx.<br>7 pisos, 20 m. de altura máx.                                       |
| Rasantes  | 60%   |
| Densidad neta máxima hasta 7 pisos  | 1300 hab./ha  |
| Distanciamiento mínimo en edificios de 4 o más pisos.   | 4m.   |
| <b>Antejardín Mínimo</b>  |   |
| a. De uno a 3 pisos   | 5m.   |
| b. En cuatro a más pisos  | Según Artículo 11 de la Ordenanza.  |
| <b>Perfil de la Calle Núñez de Arce.</b>  |   |
|  <p>The diagram illustrates the cross-section of Calle Núñez de Arce. It features a central roadway (CALZADA) of 5 meters width, flanked by sidewalks (VEREDA) of 1.5 meters each. Trees are planted along the sidewalks, and a car is shown on the roadway. The total width of the street is 8 meters. The diagram is labeled 'CALLE NÚÑEZ DE ARCE' and 'VEREDA'.</p> |   |

FIG. 2.261, Calle Núñez de Arce. Dibujo: Karen Gallardo





## Planos Anteriores del Conjunto.



**FIG. 2.262,** Plano Conjunto. Vereda Norte de Núñez de Arce.



**FIG. 2.263,** Plano del Conjunto, Vereda Sur



**FIG. 2.264,** Plano Conjunto, Manzana 219.



**FIG. 2.265,** Plano Conjunto, Manzanas 221 y 222



**FIG. 2.266,** Corte y Elevación Conjunto, Manzanas 221 y 222







FIG. 2.267, Elevacion Conjunto, Manzanas 221 y 222

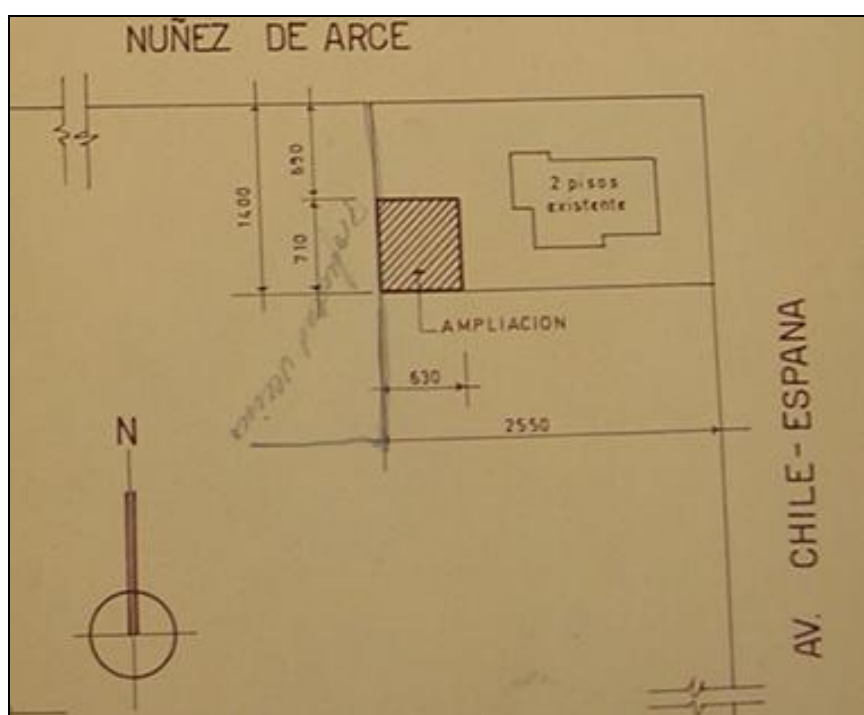
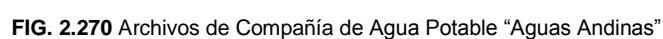
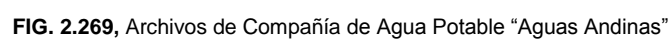
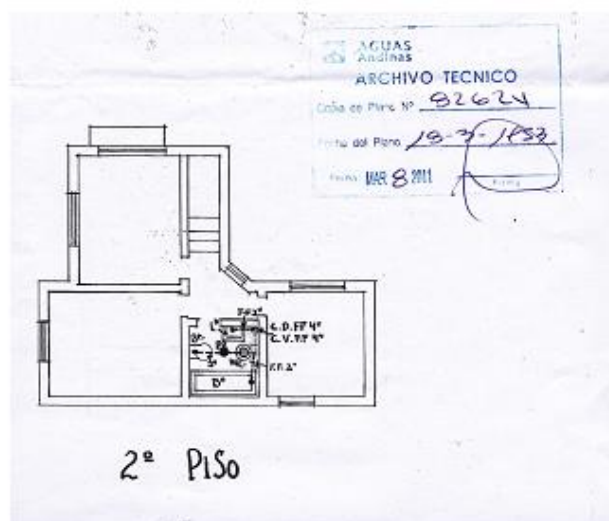


FIG. 2.268, La tipología 1 original es la vivienda de dos pisos







**FIG. 2.271** Archivos de Compañía de Agua Potable “Aguas Andinas”





| DATOS U.D.               | UBICACION |
|--------------------------|-----------|
| Alt: 70 m de la Cí de la |           |
| Calle Suecia             |           |
| Prof: 2.10               |           |
| Cond: 18%                |           |
| Perímetro: 80            |           |
| Long: 160                |           |
| Long: 7 arboles          |           |



AGUAS  
Andinas

ARCHIVO TECNICO

87520

87520

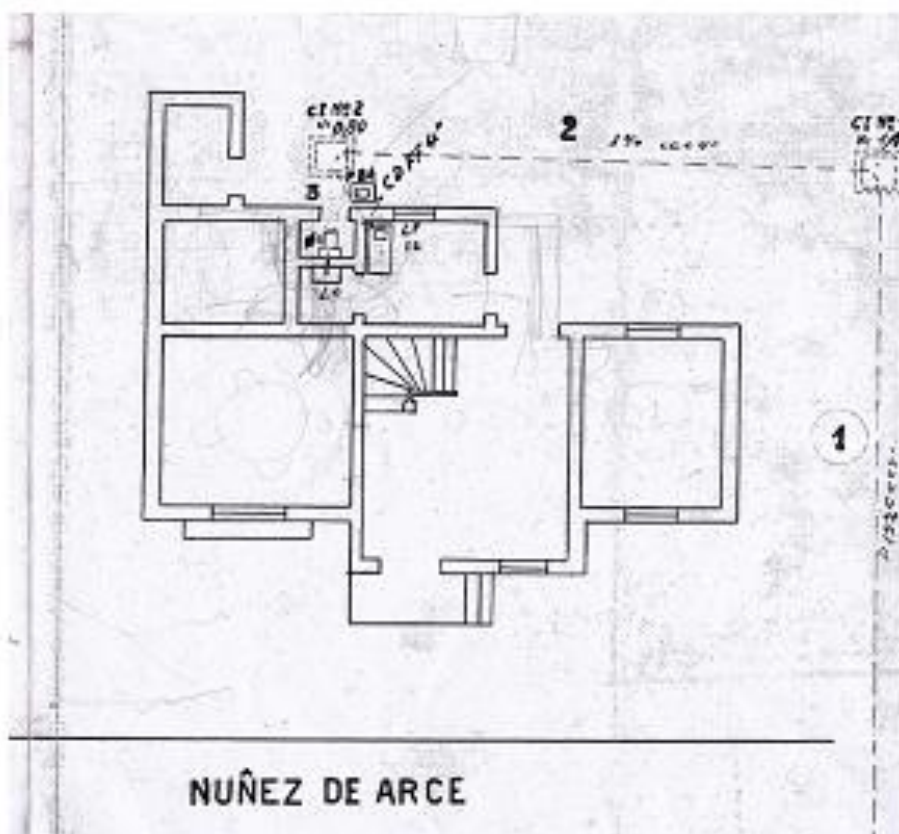


FIG. 2.272, Archivos de Compañía de Agua Potable "Aguas Andinas"



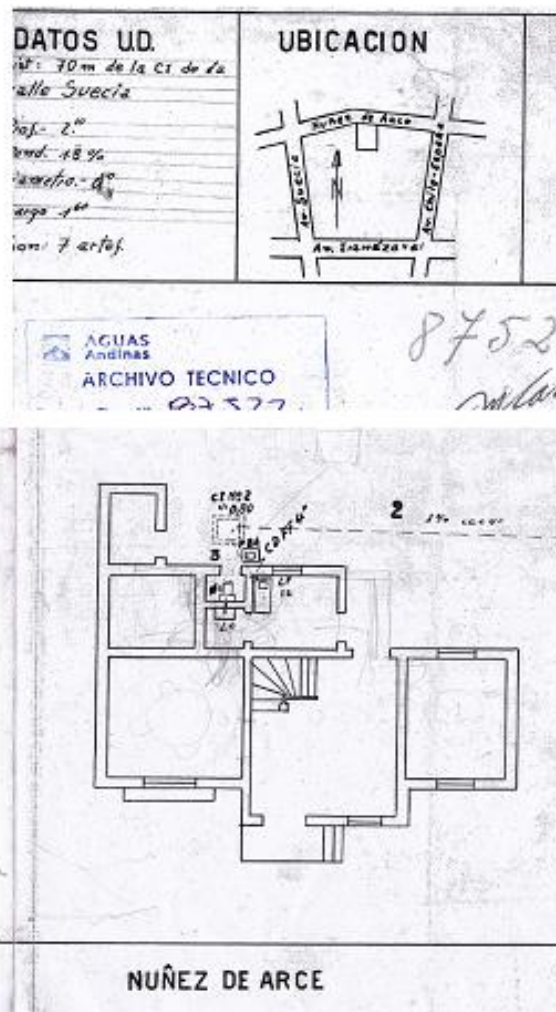


FIG. 2.273, Archivos de Compañía de Agua Potable "Aguas Andinas"

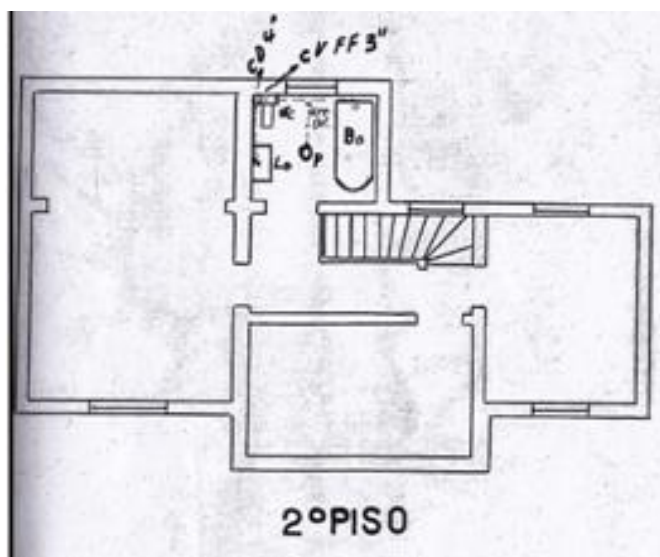


FIG. 2.274, Archivos de Compañía de Agua Potable "Aguas Andinas"



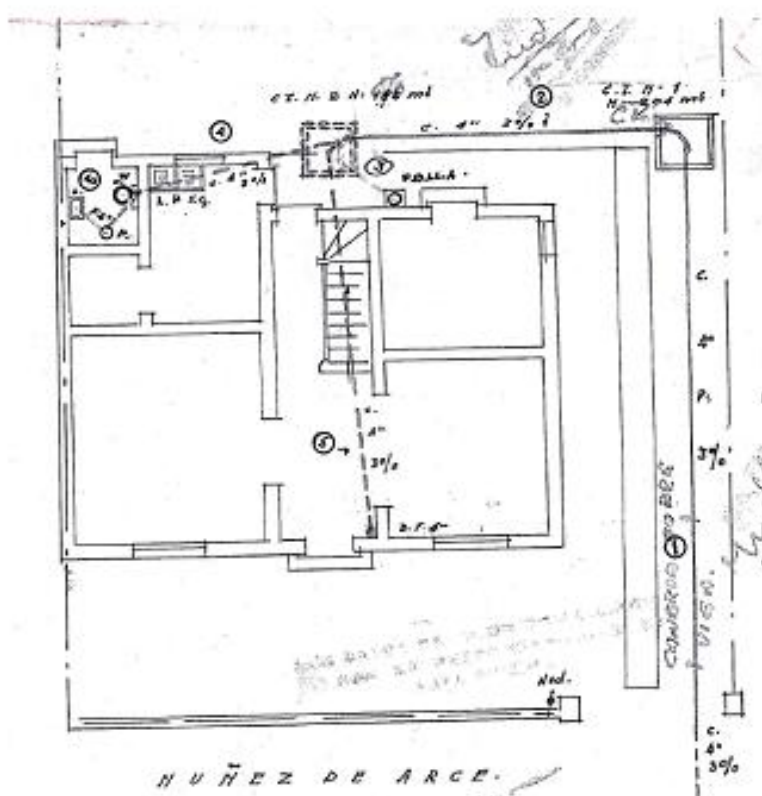
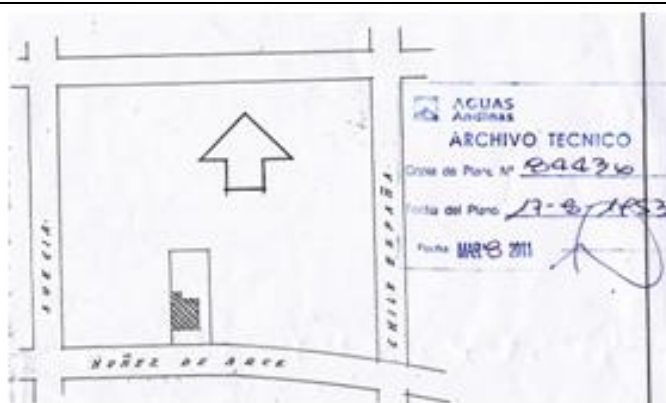


FIG. 2.275, Archivos de Compañía de Agua Potable "Aguas Andinas"





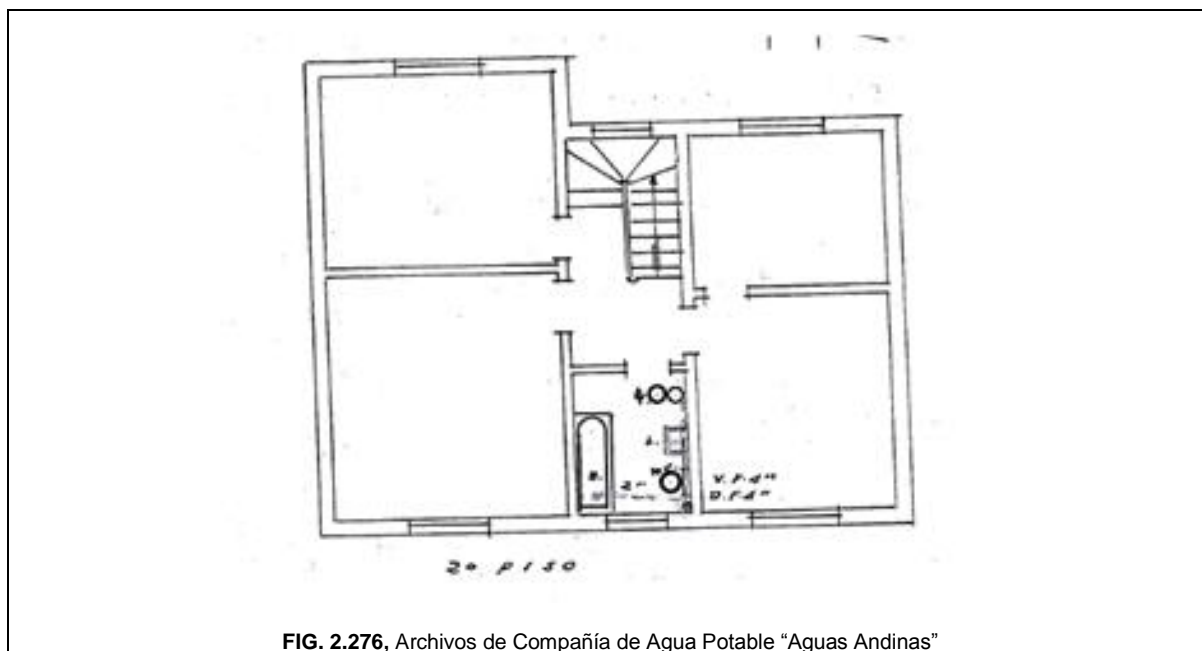


FIG. 2.276, Archivos de Compañía de Agua Potable "Aguas Andinas"

| ARQUITECTURA       |   |
|--------------------|---|
| Nº DE PROPIEDADES: | 30  |
| AÑO CONSTRUCCION   | 1928. Cuenta con Inspección Final   |
| ARQUITECTO         | Manuel Browne Fernández   |
| MATERIALIDAD       | Albañilería simple con ladrillo artesanal   |
| CONSERVACION*      | Cuenta con decreto de Nº 2799 de fecha 15 de septiembre de 2008. Zona típica o pintoresca |
| USO                | Vivienda  |

### Superficies

Observando el plano de ubicación, nos damos cuenta de la irregularidad del conjunto que hace que la superficie de sus lotes también sea irregular. Además el conjunto ha sufrido fuerte invasión por construcciones nuevas de inmobiliarias que fusionan predios originales, Lo que se muestra tanto en archivos de municipalidad como en la representación de planos en plano de Emplazamiento.







| Predios                                    |          |
|--|----------|
| Predios originales que mantienen tipología |          |
| PREDIO (abs. En plano de emplazamiento)    | m2       |
| 1  | 738,99   |
| 6  | 430,26   |
| 7  | 301,26   |
| 8  | 460,05   |
| 9  | 526,5    |
| 10   | 551,11   |
| 11   | 516,04   |
| 12   | 527,93   |
| 13   | 626,21   |
| 15   | 871,6    |
| 16   | 770,89   |
| 17   | 468,8    |
| 18   | 374,49   |
| 19   | 563,74   |
| 20   | 417,95   |
| 21   | 443,65   |
| 22   | 409,3    |
| 23   | 151,76   |
| 24   | 408,96   |
| 25   | 403,7    |
| 27   | 547,75   |
| 28   | 408,08   |
| 29   | 373,42   |
| 30   | 405,7    |
| TOTAL m2                                   | 11698,14 |

| Predios fusionados o modificados |          |
|----------------------------------|----------|
| PREDIO                           | m2       |
| 2                                | 1834,11  |
| 3                                | 2276,96  |
| 4                                | 1182,37  |
| 5                                | 999,21   |
| 14                               | 2395,83  |
| 26                               | 2013,21  |
| TOTAL m2                         | 10701,69 |

| TOTAL TERRENO DEL CONJUNTO ORIGINAL: |  |
|--------------------------------------|--|
| 22399,83                             |  |

Promedio de predios:  
487,42 m2

| Construcciones   |        |        |        |
|------------------|--------|--------|--------|
| Casos de estudio |        |        |        |
| TIPOLOGIA        | m2     |        | total  |
|                  | 1ª pta | 2ª pta |        |
| 1                | 66,1   | 66,1   | 132,2  |
| 2                | 52,77  | 52,77  | 105,54 |
| 3                | 69,02  | 69,02  | 138,04 |
| 4                | 65,29  | 65,29  | 130,58 |
|                  |        |        |        |

| Tipología | %<br>Ocup.<br>Suelo | Coef. De<br>Constructibilidad |
|-----------|---------------------|-------------------------------|
| 1         | 14                  | 0,27                          |
| 2         | 11                  | 0,22                          |
| 3         | 14                  | 0,28                          |
| 4         | 13                  | 0,27                          |

(\*)

\* calculada con promedio de predios originales





### 2.8.5.2. Presentación de Conjunto.

#### Descripción general.

Este conjunto residencial se encuentra ubicado a ambos bordes de la calle Núñez de Arce. Esta calle une dos vías principales de la comuna de Ñuñoa, sin embargo, Núñez de Arce se caracteriza por su escaso ancho, similar al de un pasaje residencial.

El conjunto de Núñez de Arce está dividido actualmente en 18 terrenos, donde se observan intervenciones de edificios en altura de empresas inmobiliarias de finales del siglo XX. Existe un edificio de 12 pisos, mayor altura que la permitida desde el año 2007<sup>84</sup>, emplazado en la esquina sur-oriente de Av. Suecia con Núñez de Arce. Además existen algunos terrenos que al parecer, cedieron terreno donde posteriormente se proyectaron casas de estilo moderno de mediados del siglo XX. Se observa un conjunto con viviendas aisladas a excepción de un pareo y algunas casas con adosamiento a un costado.

#### Tipologías.

Tipo 1: Una de estas casas se encuentra en la esquina sur poniente de las calles Chile-España y Núñez de Arce, la otra a mitad de cuadra por la vereda norte. Su planimetría es la más irregular pero los elementos constructivos mantienen el estilo del conjunto, por ejemplo, los vanos enmarcados en finos estucos que contrastan con la albañilería. Lamentablemente en el caso que se muestra en las fotografías, su cubierta ha sido cambiada por una metálica que desvaloriza la vivienda.



FIG. 2.277, Tipología 1. Imágenes: Luis Vargas

<sup>84</sup> El Plano Regulador comunal sufrió modificaciones a partir del año 2007, a raíz de reiterados reclamos de vecinos.





**Tipo 2:** Estas dos casas son las que se encuentran más alejadas una de la otra. En su fachada principal muestra un predominante volumen saliente que se caracteriza por uno de sus vanos alto y delgado, terminado en arco, y que ilumina sector de circulación vertical (escalera). Cuentan con sobrios ornamentaciones en balcones.



**FIG.278**, Tipología 2. Imágenes: Luis Vargas

**Tipo 3:** Esta tipología más convencional muestra un volumen central buscando mayor simetría en su fachada. Ambas casas se encuentran una al lado de otra, sin embargo su posicionamiento es aislado. Llama la atención el muro de medianería que no se hizo efectivo. Al igual que la tipología anterior, existen austeros ornamentos en los balcones en forma de escudos o insignias.



**FIG. 2.279** Tipología 3. Imágenes: Luis Vargas

**Tipo 4:** Al igual que la anterior este par de casas se encuentra una al lado de otra, pero en este caso las casas están pareadas compartiendo un muro medianero y cortafuego.





FIG. 2.280, Tipología 4. Imágenes: Luis Vargas

### Valores arquitectónicos.

**Morfológicos:** originalmente el conjunto estaba constituido por 28 sitios, representando un fiel exponente el *la ciudad jardín*, con disposición de viviendas aisladas y pareadas constituyendo una forma de agrupación armónica y dinámica, realizado por un suave trazado de quiebre de la calle Núñez de Arce. (Declaratoria, 2008: 1)<sup>85</sup>

**Constructivos:** *“La arquitectura de esta población responde a una tipología constructiva propia de las políticas habitacionales del Estado en el primer tercio del siglo veinte, resuelta, en este caso, mediante una unidad de dos pisos, en albañilería de ladrillo, con cubiertas de vertientes a varias aguas realizadas en teja de arcilla cocida...”* (Decreto 2799, 2008: 1)

### Valores urbano arquitectónicos.

El conjunto mantiene escala urbana residencial, todas las casas tienen altura de dos pisos. El conjunto es pequeño pero su fuerza está en el enfrentamiento a una pequeña calle que acusa un gesto de giro saliéndose de la típica linealidad recta.

### Estado de conservación.

Se observa un buen estado de conservación a no ser por algunos materiales de terminación que en muy pocos casos se ha modificado.

<sup>85</sup> Cuenta con Decreto Exento N° 2799 de fecha 15 de septiembre de 2008. Monumento Nacional en la categoría de Zona o Pintoresca, denominada Población Empleados Públicos y Periodistas Chile- España. Disponible en: <http://www.monumentos.cl/common>.





### **Amenazas a la densidad.**

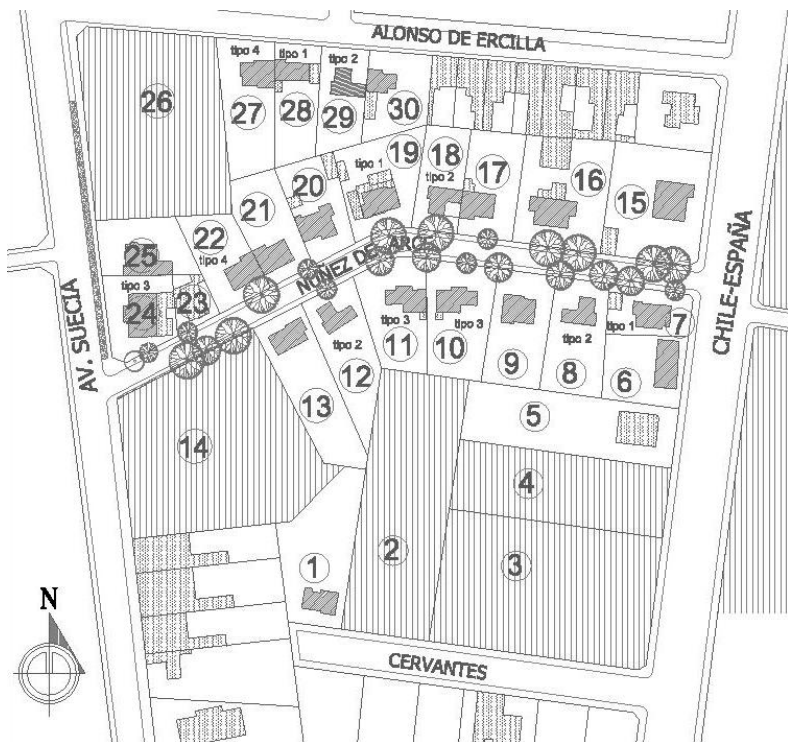
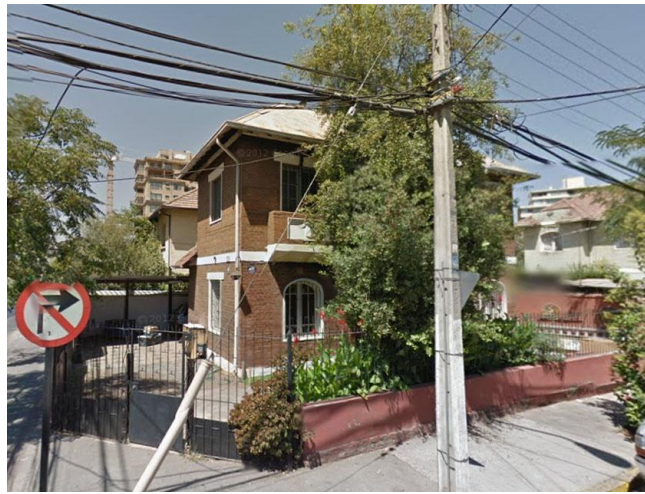
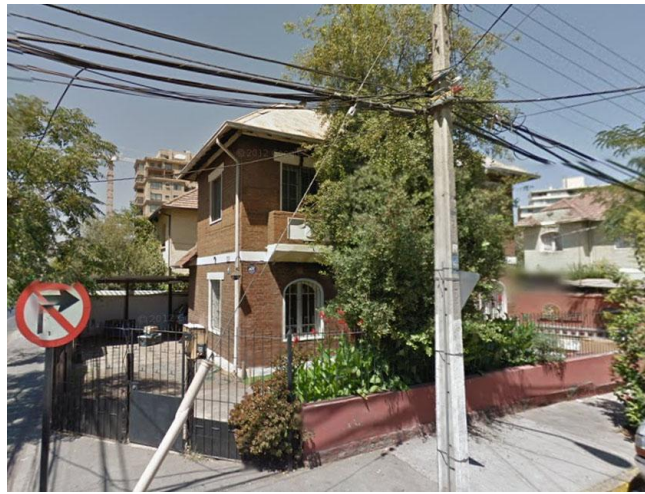
Se observan fuertes amenazas debido a la cercanía de calles muy importantes de la comuna que conectan hacia el centro oriente de Santiago, estas son Av. Suecia y Av. Chile- España. En estas calles ya se han instalado edificios de gran envergadura; Edificios de departamentos de aproximadamente 12 pisos, supermercados, restaurantes, etc.







### 2.8.5.3. Ficha de Presentación Tipologías

| Tipología de Vivienda:  | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha:   |
|---|----------------------------|--|
| 1   | Nuñez de Arce              | N° 1   |
| Ubicación   |                            | Imagen   |
|  |                            |  |
| FIG. 2.281, Dibujo: Luis Vargas   |                            |  |
| Imagen  |                            |  |
|   |                            |  |
|   |                            | FIG. 2.282, Imagen: Luis Vargas  |





## Fachada Principal

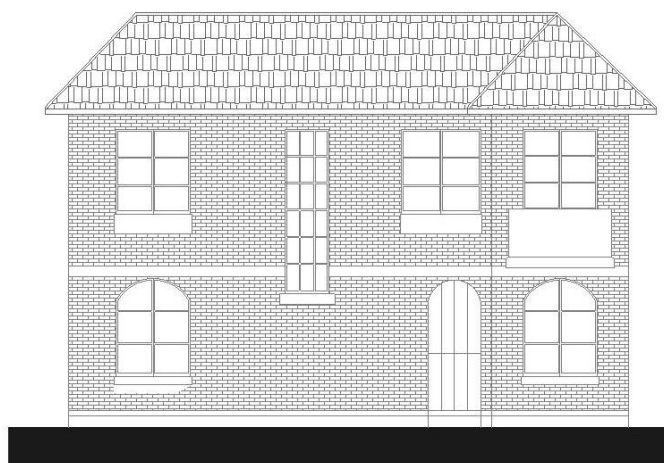


FIG. 2.283, Dibujo: Luis Vargas

## Fachada Lateral

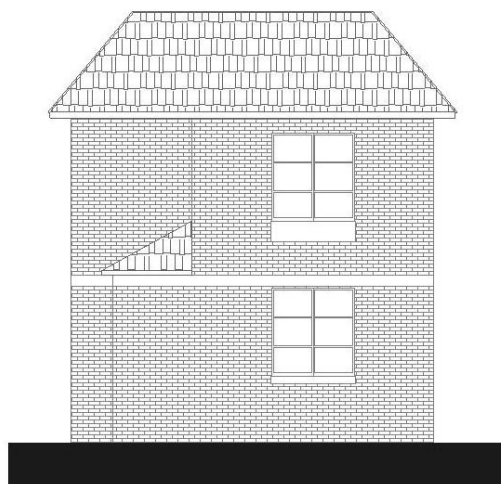


FIG. 2.284, Dibujo: Luis Vargas







## Planta de Arquitectura 1° Piso

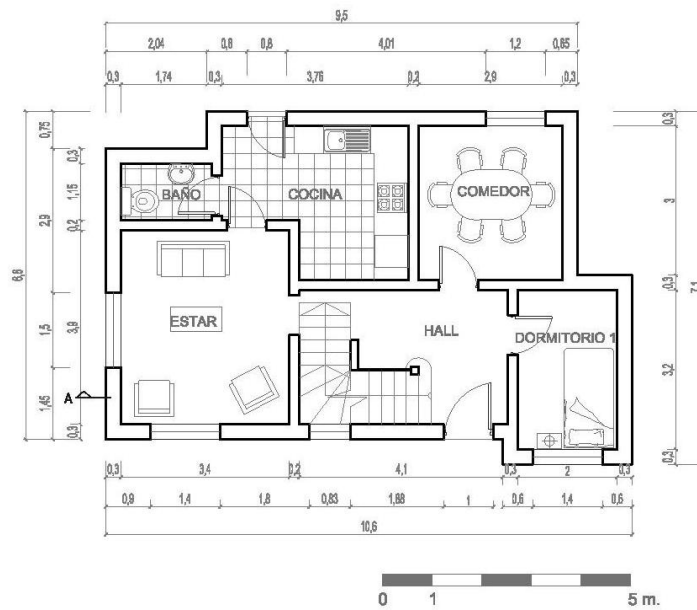


FIG. 2.285, Imagen: Luis Vargas

## Planta de Arquitectura 2° Piso

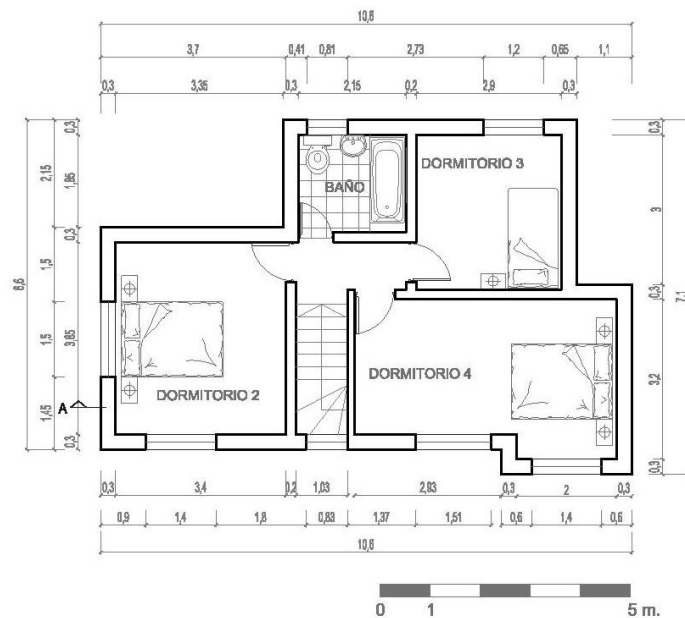


FIG. 2.286, Imagen: Luis Vargas





## Corte A-A

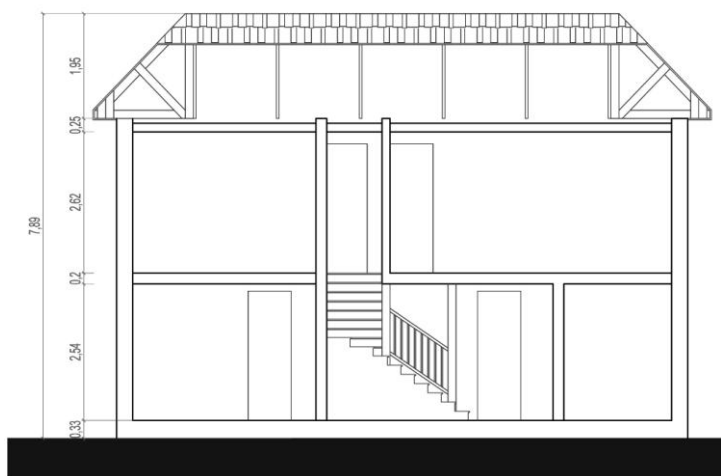


FIG. 2.287, Imagen: Luis Vargas

## Escantillón 1

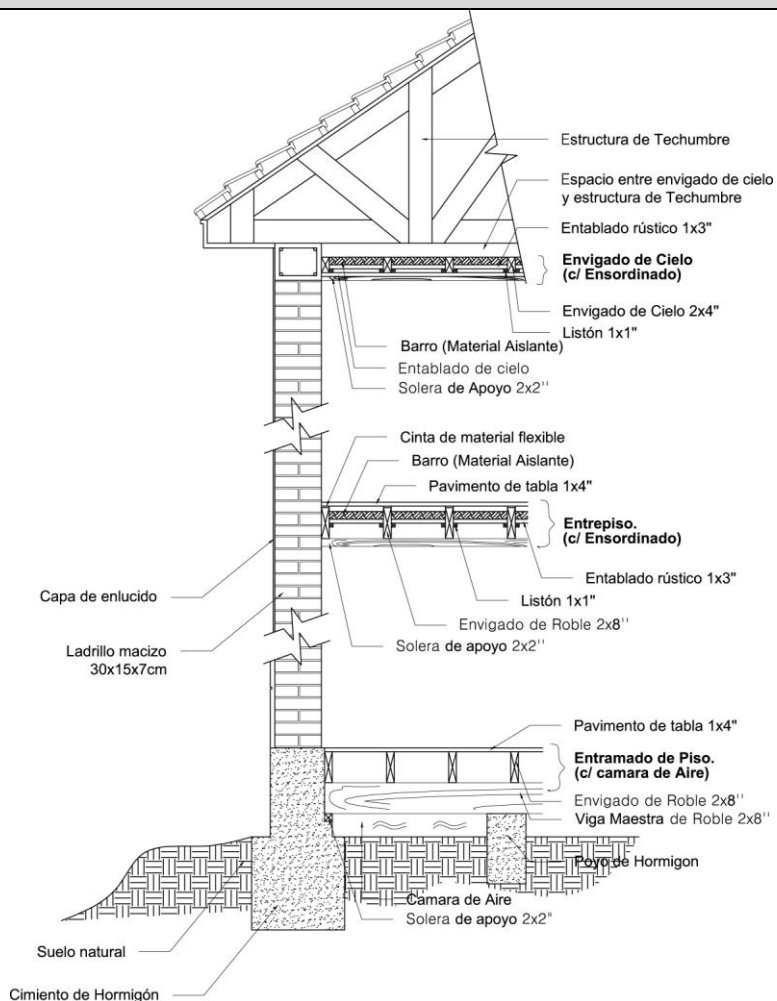


FIG. 2.288, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales





### Planta de Estructura 1° Piso

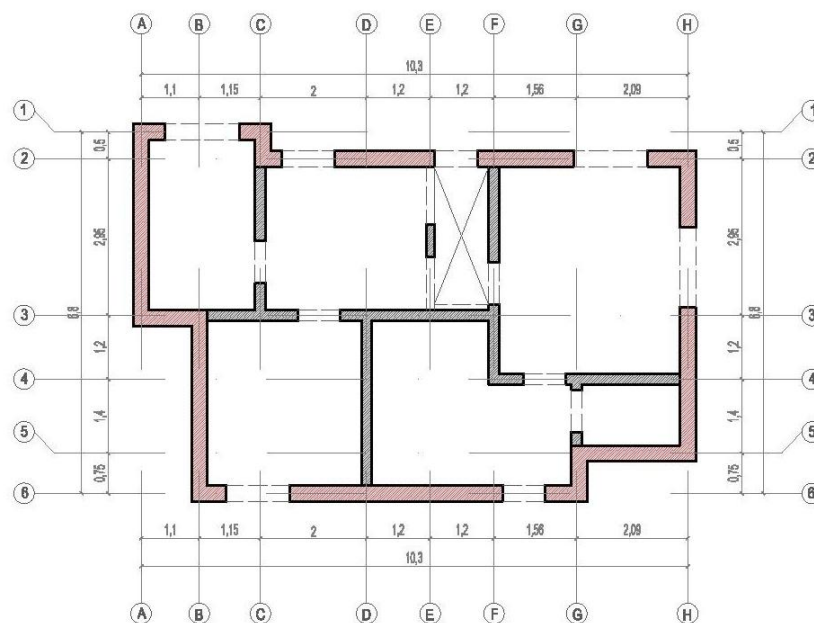


FIG. 2.289, Imagen: Luis Vargas

### Planta de Estructura 2° Piso

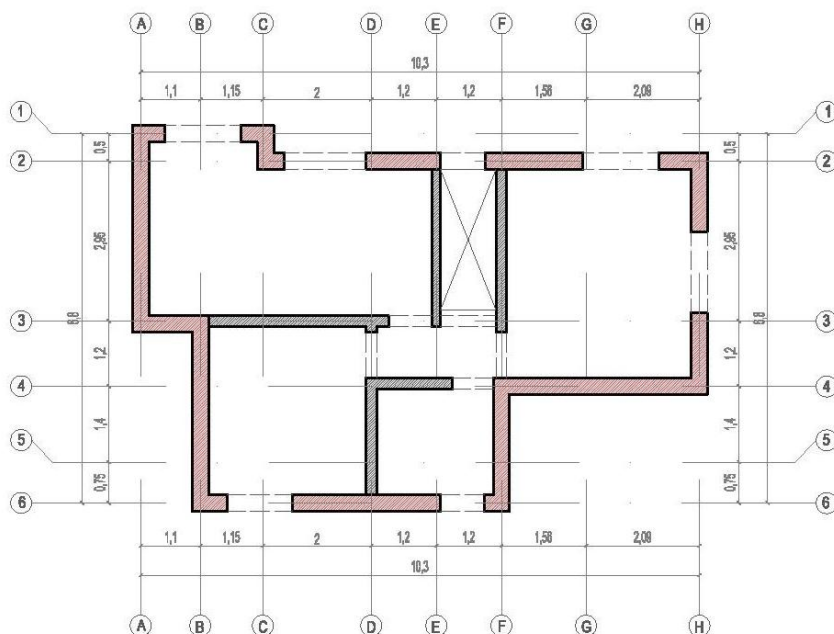


FIG. 2.290, Imagen: Luis Vargas





| Tipología de Vivienda: | Conjunto al que pertenece: | N° de Ficha: |
|------------------------|----------------------------|--------------|
| 2                      | Nuñez de Arce              | N° 2         |

| Ubicación | Imagen |
|-----------|--------|
|-----------|--------|

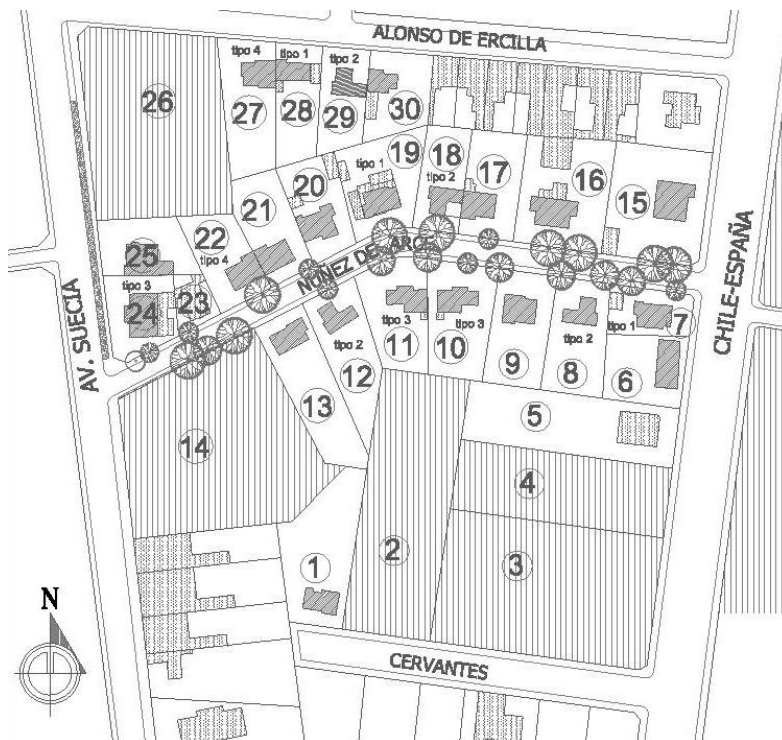


FIG. 2.291, Imagen: Luis Vargas

| Imagen |
|--------|
|--------|

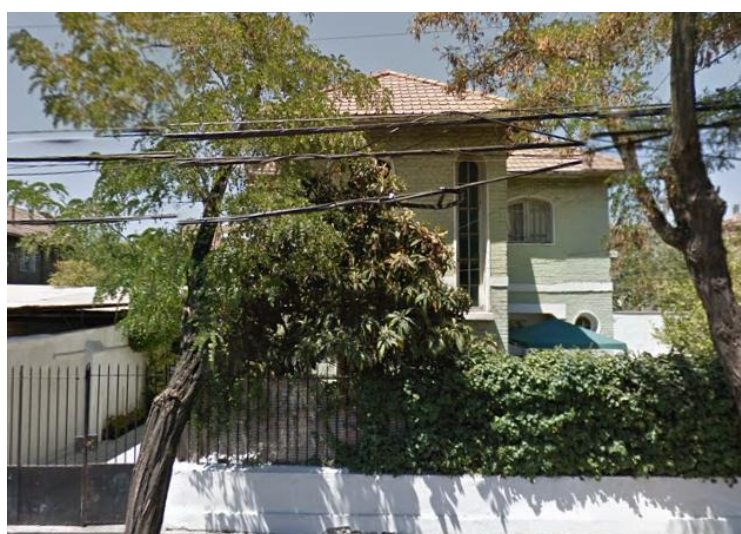
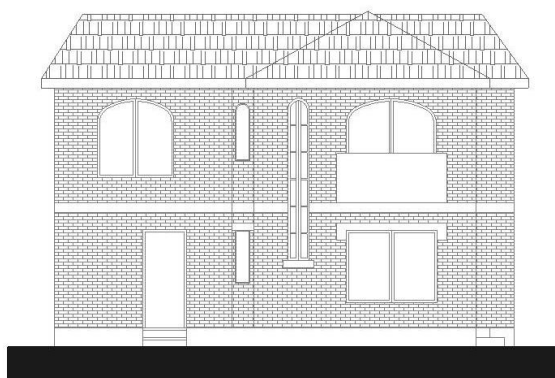


FIG. 2.292, Imagen extraída de Google Street View.





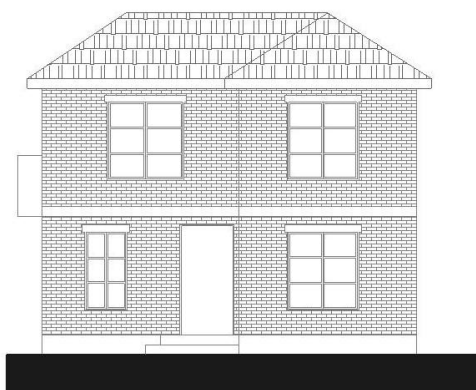
## Fachada Principal



0 1 5 m.

FIG. 2.293, Dibujo: Luis Vargas

## Fachada Lateral



0 1 5 m.

FIG. 2.294, Dibujo: Luis Vargas





## Planta de Arquitectura 1° Piso

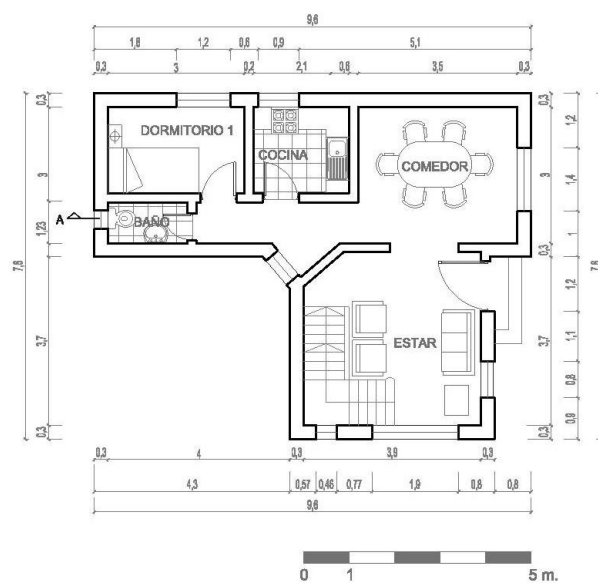


FIG. 2.295, Imagen: Luis Vargas

## Planta de Arquitectura 2° Piso

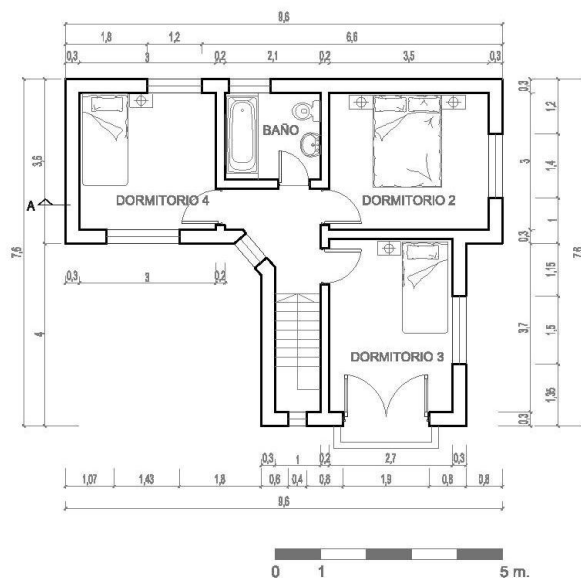


FIG. 2.296, Imagen: Luis Vargas





## Corte A-A

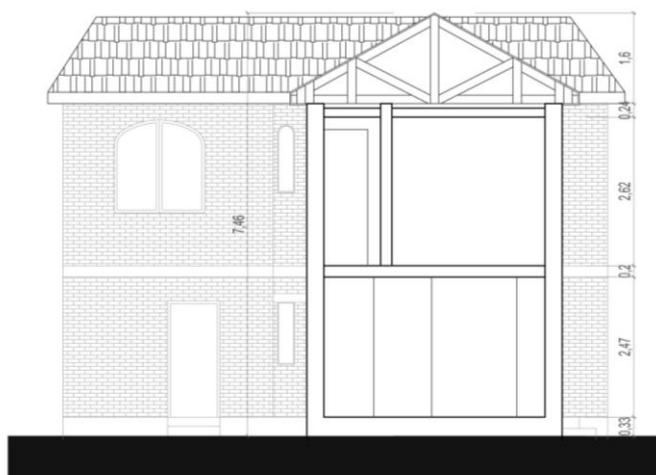


FIG. 2.297, Imagen: Luis Vargas

## Escantillón 1

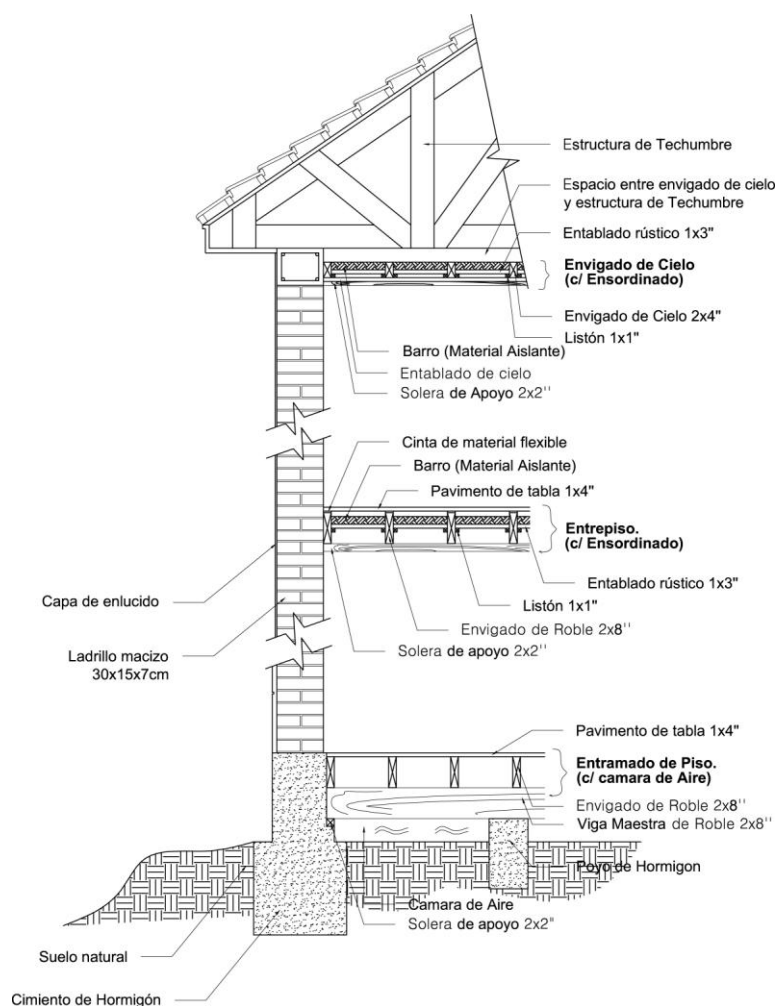


FIG. 2.298, Imagen: Luis Vargas y Cristobal Morales







### Planta de Estructura 1° Piso

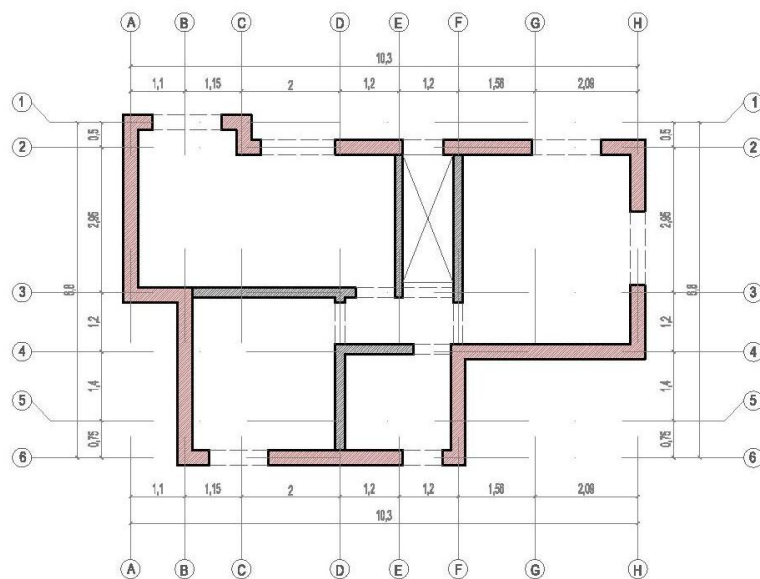


FIG. 2.299, Imagen: Luis Vargas

### Planta de Estructura 2° Piso

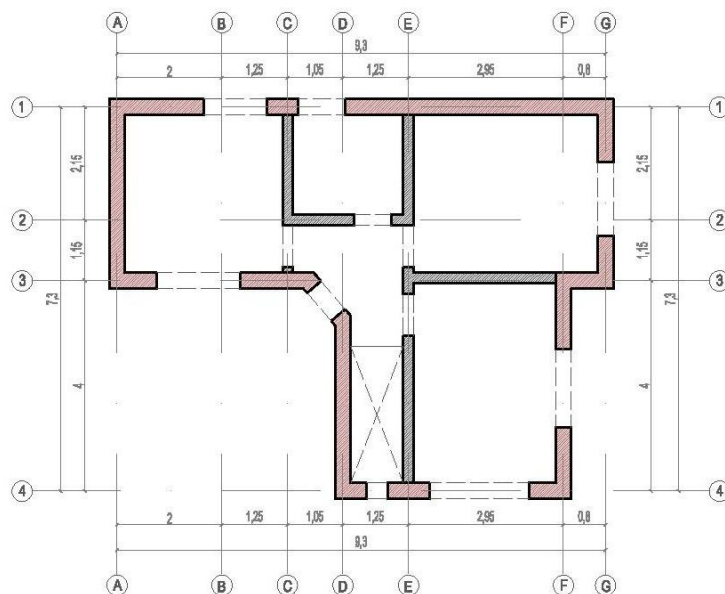


FIG. 2.300, Imagen: Luis Vargas





Observaciones: A continuación se presentan fotos con consideraciones específicas debido a la irregularidad del loteo del conjunto de estudio. Los números de los predios mencionados tienen relación con el plano de ubicación de la presente ficha.



FIG. 2.301, Imagen: Luis Vargas





FIG. 2.302, Imagen: Luis Vargas



FIG. 2.303, Imagen: Luis Vargas





## 2.8.5.4. Análisis estructural.

### ANÁLISIS ESTÁTICO- Eje 1 tipología 2

| PLANILLA DE CALCULOS ESTRUCTURALES                      |             |                            |            |                          |                        |            |   |            |
|---|-------------|----------------------------|------------|--------------------------|------------------------|------------|---|------------|
| CONJUNTO A ANALIZAR: NUÑEZ DE ARCE / TIPOLOGIA NUMERO 2 |             |                            |            |                          |                        |            |   |            |
| EJE MAS DESFAVORABLE A ANALIZAR: EJE 1                  |             |                            |            |                          |                        |            |   |            |
| FUERZA H EN EJE 1, 1° PISO                              |             |                            |            |                          |                        |            |   |            |
| CARGA   | MATERIAL    | LARGO (m)                  | ANCHO (m)  | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)               | TOTAL (kg) |   |            |
| ENTREPISO   | MADERA      | Forma Irregular Area: 28,1 |            | 250                      | -                      | 5450       |   |            |
| MUROS   | ALBAÑILERIA | 9,35                       | 0,30       | 1600                     | 0,95                   | 4263,6     |   |            |
| CONECTOR  | ALBAÑILERIA | 12,05                      | 0,30       | 1600                     | 1,08                   | 6246,72    |   |            |
| TABIQUERIA  | MADERA      | 2,45                       | 0,20       | 40                       | 1,2                    | 23,52      |   |            |
|   |             |                            |            |                          | TOTAL H2               | 15983,84   |   |            |
|   |             |                            |            |                          | H1 + H2                | 24007,97   |   |            |
|   |             |                            |            |                          | H x COEF. SISMICO 0,18 | 4321,4346  |   |            |
| CALCULO RIGIDEZ   |             |                            |            |                          |                        |            |   |            |
| MURO  | LARGO (cm)  | ANCHO (cm)                 | AREA (cm²) | INERCIA (cm4)            | E (kg/cm²)             | h (cm)     | F | K (kg/cm)  |
| M01X  | 165         | 30                         | 4950       | 11230312,5               | 10000                  | 212,5      | 3 | 35103,45   |
| M02X  | 60          | 30                         | 1800       | 540000                   | 10000                  | 167,5      | 3 | 3446,13    |
| M03X  | 495         | 30                         | 14850      | 303218437,5              | 10000                  | 195        | 3 | 1226507,61 |





|   |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
|---|--------------------|--------------|-----------------|--------------------------|------------------|------------|--|
| DISTRIBUCION FUERZA SISMICA H SEGÚN RIGIDEZ |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
| MURO  | K (kg/cm)          | H TOTAL (kg) | TOTAL K (kg/cm) |                          | H REPARTIDO (kg) |            |  |
| M01X  | 35103,45           | 4321,4346    | 1265057,18      |                          | 119,913          |            |  |
| M02X  | 3446,13            | 4321,4346    | 1265057,18      |                          | 11,77197         |            |  |
| M03X  | 1226507,61         | 4321,4346    | 1265057,18      |                          | 4189,749         |            |  |
|   |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
| VERIFICACION ESF. CORTE                     |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
| MURO  | H DEL MURO<br>(kg) | AREA (cm²)   | 66% AREA        | TOTAL (T τ)              |                  |            |  |
| M01X  | 119,91             | 4950         | 3267            | 0,036704                 |                  |            |  |
| M02X  | 11,77              | 1800         | 1188            | 0,009909                 |                  |            |  |
| M03X  | 4189,75            | 14850        | 9801            | 0,427482                 |                  |            |  |
|   |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
| CALCULO CARGA N                             |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
| MURO M01X                                   |                    |              |                 |                          |                  |            |  |
| CARGA                                       | MATERIAL           | LARGO (m)    | ANCHO (m)       | P.P. + S.C.U.<br>(Kg/m²) | ALTO (m)         | TOTAL (kg) |  |
| ENTREPISO                                   | MADERA             | 2,25         | 1,65            | 250                      | -                | 928,125    |  |
| MUROS                                       | ALBAÑILERIA        | 3,30         | 0,3             | 1600                     | 2,05             | 3247,2     |  |
| CONECTOR                                    | ALBAÑILERIA        | 3,30         | 0,3             | 1600                     | 1,08             | 1710,72    |  |
|   |                    |              |                 |                          | TOTAL N2         | 5886,045   |  |
|   |                    |              |                 |                          | N1 + N2          | 10170,27   |  |

| MURO M02X  |             |           |           |                       |          |            |
|------------|-------------|-----------|-----------|-----------------------|----------|------------|
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U. (Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO  | MADERA      | 1,65      | 1,65      | 250                   | -        | 680,625    |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 0,6       | 0,3       | 1600                  | 2,05     | 590,4      |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 2,25      | 0,3       | 1600                  | 1,08     | 1166,4     |
| TABIQUERIA | MADERA      | 0,95      | 0,2       | 40                    | 2,4      | 18,24      |
| TOTAL N2   |             |           |           |                       |          | 2455,665   |
| N1 + N2    |             |           |           |                       |          | 3711,75    |
| MURO M03X  |             |           |           |                       |          |            |
| CARGA      | MATERIAL    | LARGO (m) | ANCHO (m) | P.P. + S.C.U. (Kg/m²) | ALTO (m) | TOTAL (kg) |
| ENTREPISO  | MADERA      | 5,40      | 1,65      | 250                   | -        | 2227,5     |
| MUROS      | ALBAÑILERIA | 6,00      | 0,3       | 1600                  | 2,05     | 5904       |
| CONECTOR   | ALBAÑILERIA | 7,05      | 0,3       | 1600                  | 1,08     | 3654,72    |
| TABIQUERIA | MADERA      | 1,50      | 0,2       | 40                    | 2,4      | 28,8       |
| TOTAL N2   |             |           |           |                       |          | 11815,02   |
| N1 + N2    |             |           |           |                       |          | 20030,04   |





| M    |                 |         |                    |  | M    |                 |          |                    |  |
|------|-----------------|---------|--------------------|--|------|-----------------|----------|--------------------|--|
| MURO | h TOTAL (cm)    | H (kg)  | TOTAL M<br>(kg*cm) |  | MURO | h TOTAL<br>(cm) | H (kg)   | TOTAL M<br>(kg*cm) |  |
| M01X | 212,5           | 119,913 | 25481,5866         |  | M01X | 205             | 119,913  | 24582,23651        |  |
| M02X | 167,5           | 11,77   | 1971,80466         |  | M02X | 205             | 11,772   | 2413,253461        |  |
| M03X | 195             | 4189,75 | 817001,11          |  | M03X | 205             | 4189,749 | 858898,603         |  |
|      |                 |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| W    |                 |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| MURO | INERCI<br>(cm4) | V (cm)  | TOTAL W<br>(cm³)   |  |      |                 |          |                    |  |
| M01X | 11230312,5      | 82,5    | 136125             |  |      |                 |          |                    |  |
| M02X | 540000          | 30      | 18000              |  |      |                 |          |                    |  |
| M03X | 303218438       | 247,5   | 1225125            |  |      |                 |          |                    |  |
|      |                 |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| AREA |                 |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| MURO | AREA (cm²)      |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| M01X | 4950            |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| M02X | 1800            |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |
| M03X | 14850           |         |                    |  |      |                 |          |                    |  |

| ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                   | ESFUERZO DE COMPRESION Y TRACCION |                        |                      |
|-----------------------------------|------------------------|-------------------|-----------------------------------|------------------------|----------------------|
| MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION (kg/cm²) | MURO                              | COMPRESION<br>(kg/cm²) | TRACCION<br>(kg/cm²) |
| M01X                              | 2,2418                 | 1,86741           | M01X                              | 2,2352                 | 1,87401              |
| M02X                              | 2,1716                 | 1,95254           | M02X                              | 2,1962                 | 1,92801              |
| M02X                              | 2,0157                 | 0,68195           | M02X                              | 2,0499                 | 0,64775              |

Los dos últimos cuadros corresponden a esfuerzos de compresión y tracción obtenidos por momentos en los cuales primero se consideró la misma altura de muros que la estimada para cálculo de rigideces y luego con la mayor altura, o sea con el mayor momento probable.

Se observan problemas de tracción por exceso de tensiones admisibles.

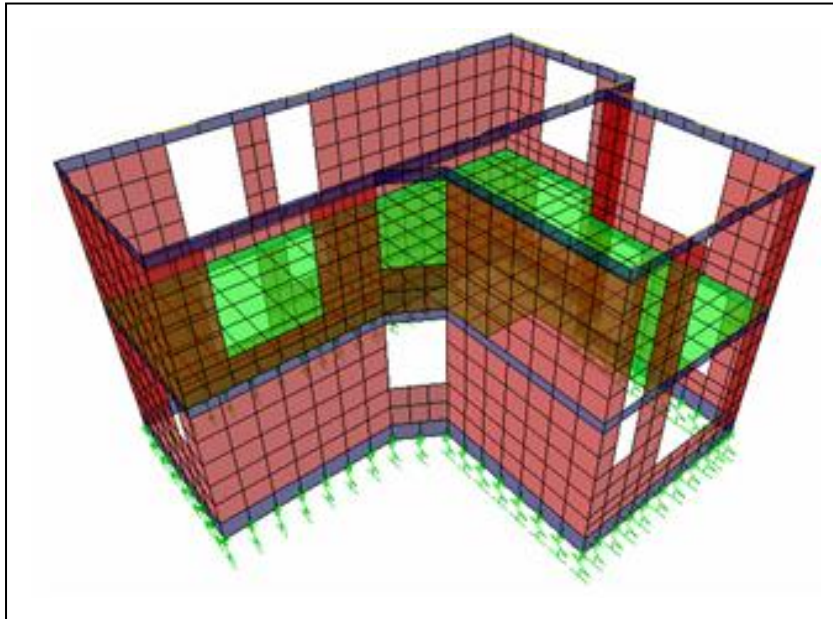




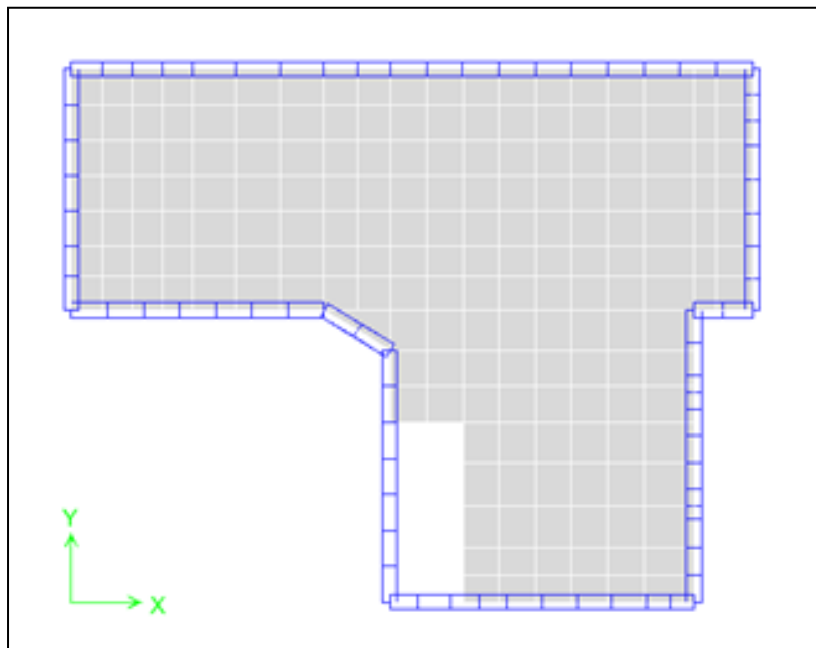


## Análisis modal espectral

Cálculo con Etabs realizado por el ingeniero Richard Vásquez



**FIG. 2.304,** Vista Isométrica de Estructura de la vivienda del caso. Modelo Realizado por el Ingeniero Richard Vásquez.



**FIG. 2.305,** Planta de Estructura, extraída de modelo realizado por Ingeniero Richard Vásquez.







The dialog box is titled "Material Property Data". It contains the following fields and options:

- Material Name:** H20
- Display Color:** A color selection box showing a light blue color.
- Type of Material:** Radio buttons for ☒ Isotropic and ☐ Orthotropic.
- Type of Design:** A dropdown menu showing "Concrete".
- Analysis Property Data:**
  - Mass per unit Volume: 2.448E-06
  - Weight per unit Volume: 2.403E-03
  - Modulus of Elasticity: 253105.065
  - Poisson's Ratio: 0.2
  - Coeff of Thermal Expansion: 9.900E-06
  - Shear Modulus: 105460.444
- Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009):**
  - Specified Conc Comp Strength,  $f_c$ : 160.
  - Bending Reinf. Yield Stress,  $f_y$ : 4200.
  - Shear Reinf. Yield Stress,  $f_{ys}$ : 4200.
  - ☐ Lightweight Concrete
  - Shear Strength Reduc. Factor: [empty field]
- Buttons:** OK and Cancel.

FIG. 2.306, Propiedades Mecánicas Hormigón kgf cm.

The dialog box is titled "Material Property Data". It contains the following fields and options:

- Material Name:** ALBA
- Display Color:** A color selection box showing a red color.
- Type of Material:** Radio buttons for ☒ Isotropic and ☐ Orthotropic.
- Type of Design:** A dropdown menu showing "None".
- Analysis Property Data:**
  - Mass per unit Volume: 1.680E-06
  - Weight per unit Volume: 1.650E-03
  - Modulus of Elasticity: 60000.
  - Poisson's Ratio: 0.3
  - Coeff of Thermal Expansion: 1.170E-05
  - Shear Modulus: 23076.9231
- Design Property Data:** [Empty section]
- Buttons:** OK and Cancel.

FIG. 2.307, Propiedades Mecánicas Albañilería kgf cm.



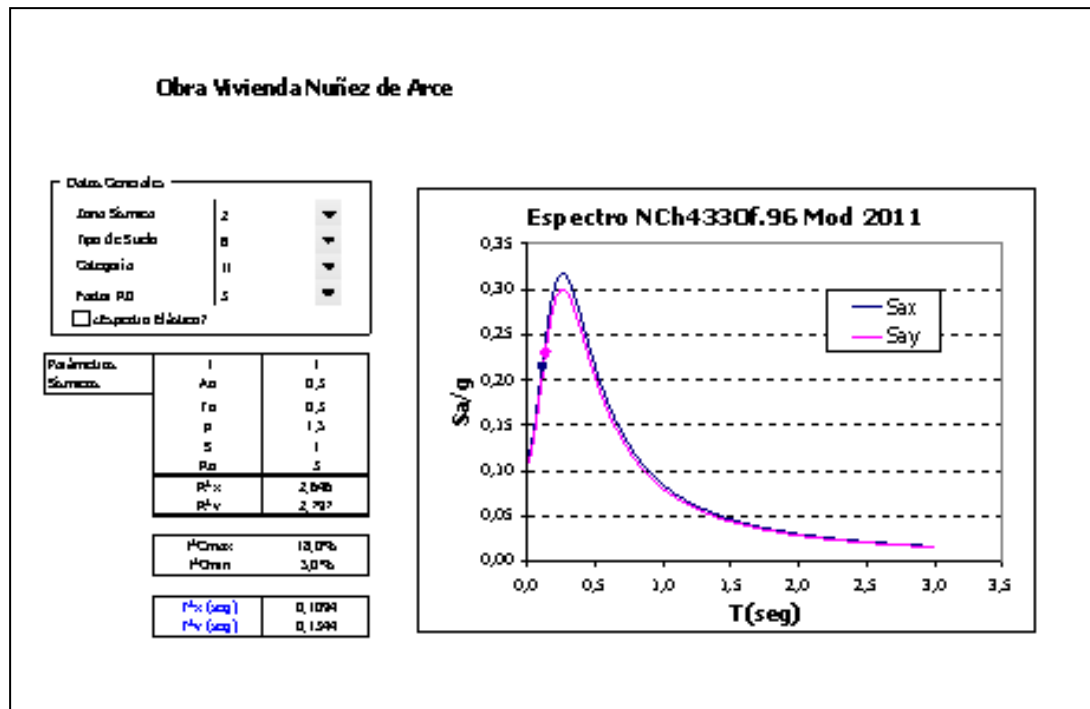


FIG. 2.308, Espectro Nch 433 Of. 96 Mod. 2011.

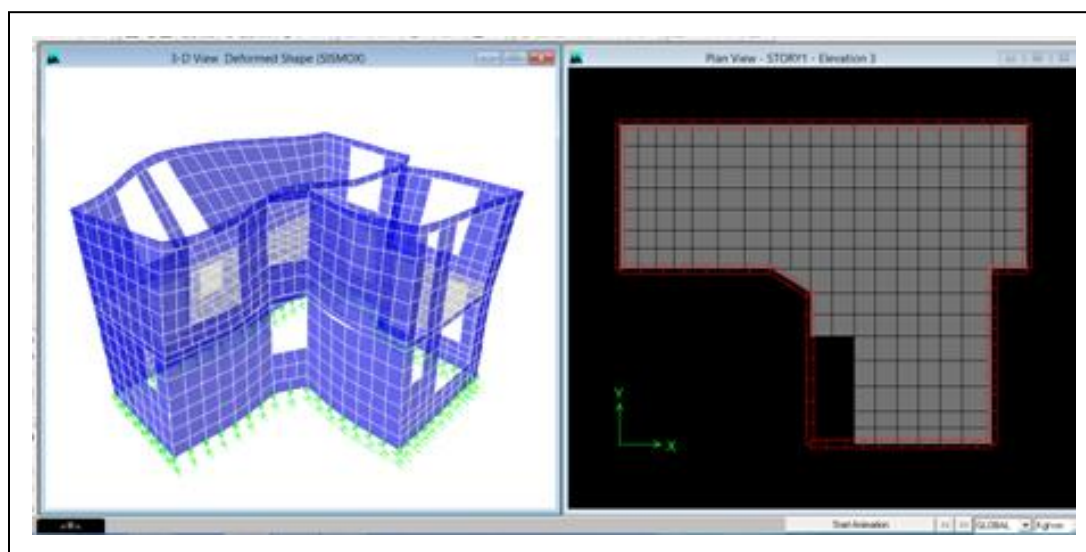


FIG. 2.309, Deformación Máxima sismo X, en cm.

**TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X, en cm.**

| Story     | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX     | RY     | RZ     |
|-----------|-------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|--------|
| STORY 1-1 | 455   | SISMOX | 0,1746 | 0,0643 | 0,0168 | 0,0003 | 0,0037 | 0,0027 |



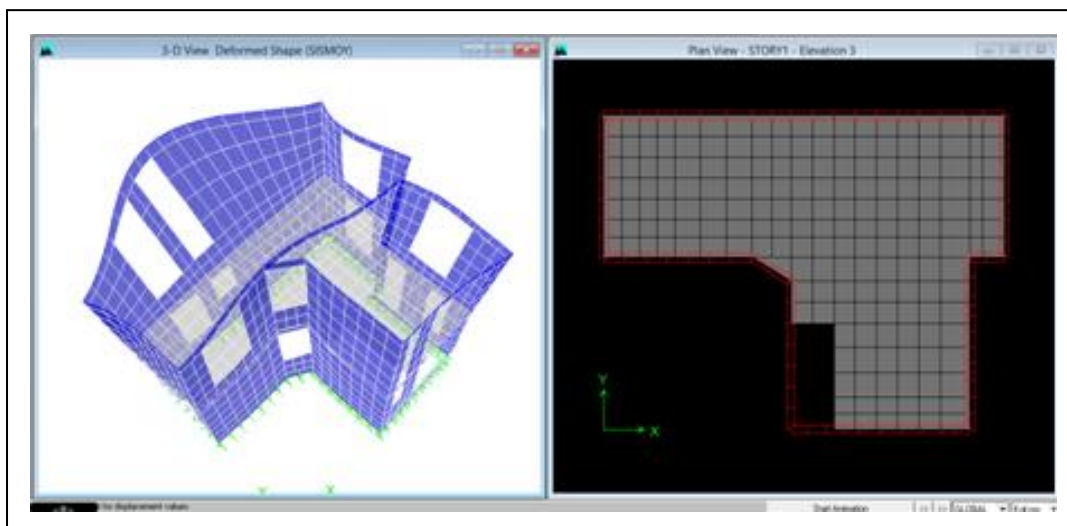


FIG. 2.310, Deformación Máxima sismo Y, en cm.

#### Deformación Máxima sismo Y, en cm.

| Story      | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ     |
|------------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| STO RY 1-1 | 434   | SISMOY | 0,0513 | 0,4777 | 0,0222 | 0,00165 | 0,00008 | 0,0001 |

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.

- Se presentan muros en dirección X e Y con problemas asociados a esfuerzos compresión simple y flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de 0.67 cm<sup>2</sup> en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo. Se detecta buenas uniones entre paramentos.

- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 50 cm.

Altura fundación: 45 cm.

Se observa buena interacción de muros con fundaciones.





- Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.
- El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera ser menor al valor máximo entregado por la Normativa Sísmica.
- Todos los vanos están separados entre sí a distancias superiores a 60 cm
- Se observa buena conexión entre muros y cubierta





## Glosario

Albañilería: *“obra de ladrillo o piedra, cal y arena; sinónimo de mampostería”* (MELI, 1998:217). *“Material estructural que se obtiene con unidades de albañilería ordenadas en hiladas según un aparejo prefijado y unidas con mortero”* (NCh 1928.Of1993, modificada 2009)

Albañilería armada: *“albañilería que lleva incorporados refuerzos de barras de acero en los huecos verticales y en las juntas o huecos horizontales de las unidades, en conformidad con la norma NCh 1928”*. (NCh 1928.Of1993, modificada 2009)

Albañilería confinada: *“Albañilería que está enmarcada por pilares y cadenas de hormigón armado y que satisface la definición de NCh433”*. (NCh 1928.Of1993, modificada 2009). Albañilería reforzada que satisface los requisitos especificados en NCh2123. (NCh433-96 modificada el 2009)

Albañilería semiconfinada: albañilería enmarcada por cadena y pilar en un solo borde de muro. Está fuera de normativa actual

Albañilería simple: igual definición que albañilería. Está fuera de normativa actual

Antetecho: parte superior de un muro de una edificación que tapa techumbre.

Argamasa: *“mezcla de agua, arena y un cementante que generalmente es cal o cemento, o una combinación de ambos; sinónimo de mortero”* (MELI, 1998:218)

Arranque (en bóveda o arco): *“punto en donde empieza la curvatura de un arco o de una bóveda”*. (<http://www.wordreference.com/definicion/arranque>)

Arriostamiento: *“es la acción de rigidizar o estabilizar una estructura mediante el uso de elementos que impidan el desplazamiento o deformación de la misma”*. (<http://es.wiktionary.org/wiki/arriostamiento>)

Cadeneta: *Riostras que acortan la deformación de barras, producto de esfuerzos que tienden a deformarlas, tanto en flexión como en compresión*

Canes: Soportes adicionales de una viga. Sopanda de una sola pieza. Can falso: simula ser la prolongación de una viga en los aleros.

Carga axial: *“Fuerza que actúa a lo largo del eje longitudinal de un miembro estructural aplicada al centroide de la sección transversal del mismo produciendo u esfuerzo uniforme. También llamada fuerza axial”*. (<http://www.parro.com.ar/definicion-de-fuerza+axial>)

Cemento Portland: *“El cemento Portland es un conglomerante o cemento hidráulico que cuando se mezcla con áridos, agua y fibras de acero discontinuas y discretas tiene la propiedad de conformar una masa pétreo resistente y duradera denominada hormigón. Es el más usual en la construcción y es utilizado como aglomerante para la preparación del hormigón (llamado concreto en Hispanoamérica). Como cemento hidráulico tiene la propiedad de fraguar y endurecer en presencia de agua, al reaccionar químicamente con ella para formar un material de buenas propiedades aglutinantes”*. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento\\_Portland](http://es.wikipedia.org/wiki/Cemento_Portland))

Chonchón: *“Forma de cocer el ladrillo hecho a mano, en pilas conocidas como chonchones. Entre las bancadas horizontales se dejan delgadas capas de carbón y en su base, troneras para iniciar la combustión, utilizando leña de eucalipto”*. (GUZMÁN, 1990: 137)

Ciclópeo: *“Mampostería hecha con grandes piedras”* (MELI, 1998: 218)

Cimiento: *“Parte de la estructura que está en contacto con el suelo y sirve para transmitir a éste las cargas generadas por la edificación”*. (MELI, 1998: 213)

Coeficiente sísmico: *“Coeficiente que se emplea para ajustar el cálculo de la sobrecarga sísmica horizontal en la base del edificio, a la relación entre el período de vibración de la estructura y el del terreno en el que se asienta”*. (<http://www.parro.com.ar/definicion-de-coeficiente+s%EDsmico>)

Comportamiento lineal: *“Cuando la estructura responde a las cargas con deformaciones que crecen proporcionalmente a la amplitud de las cargas aplicadas. El comportamiento lineal es índice de ausencia de daño”*. (MELI, 1998: 214)

Comportamiento no lineal: *“Cuando la relación entre las deformaciones y la carga aplicada va creciendo con la amplitud de esta última, lo que equivale a una progresiva pérdida de rigidez y es indicio de algún tipo de daño”*. (MELI, 1998: 214)





Compresión: “Estado de esfuerzos que produce un acortamiento de las fibras de la sección transversal de un elemento estructural. Es el estado de esfuerzos opuesto al de tensión”. (MELI, 1998: 214). En Chile, es el estado de esfuerzos opuesto al de tracción.

Conector: “elemento con adecuada resistencia y rigidez, de modo tal que puedan ser calculados como partes de un único elemento estructural”. ([http://www.construmatica.com/construpedia/La\\_Conexi%C3%B3n\\_por\\_Pernos](http://www.construmatica.com/construpedia/La_Conexi%C3%B3n_por_Pernos))

Continuidad: “Condición de conexión entre dos elementos estructurales en que se impide los movimientos relativos entre ellos. (MELI, 1998: 214)

Cortante: “Un tipo de esfuerzo o deformación que tiende a producir un corrimiento de fibras adyacentes y la consiguiente distorsión de la sección transversal del elemento”. (MELI, 1998: 214)

Corte: “esfuerzo que tiende a desgarrar o a cortar las piezas”. ([http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/tablon\\_de\\_anuncios/apuntes&ejercicios\\_estructuras.pdf](http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/tablon_de_anuncios/apuntes&ejercicios_estructuras.pdf))

Cotas: “Acotar: poner medidas en los planos de arquitectura, topográficos, croquis, etc.” ([http://lpchile.cl/manualLP/GLOSARIO-nuevo367\\_376.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/GLOSARIO-nuevo367_376.pdf))

Cumbrera: dentro de la techumbre “línea o eje superior horizontal conformado por el encuentro de dos planos de escurrimiento”. ([http://lpchile.cl/manualLP/06\\_TECHUMBRE%2091\\_108.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/06_TECHUMBRE%2091_108.pdf))

Deformación: Cambio en la forma o en las dimensiones debido a los esfuerzos a que está sometido el elemento estructural”. (MELI, 1998: 214)

Densidad: “número de unidades (personas, familias, viviendas, locales, metros cuadrados construidos, etc.), por unidad de superficie (predio, lote, manzana, hectárea, etc.)”. (<http://www.modulor.cl/leyes/oguc/contenido%20oguc/oguc6.html>)

Densidad estructural en planta: “Relación entre la suma de las áreas transversales de todos los muros y columnas y el área total de la planta cubierta”. (MELI, 1998: 50)

Desplazamiento: “En pisos sin diafragma rígido, el valor máximo del desplazamiento transversal de entrepiso de las cadenas, producido por solicitaciones que actúan perpendicularmente al plano del muro sobre el que se ubica la cadena, debe ser igual o menor que la altura de entrepiso multiplicada por 0,002”. (NCh433-96 modificada el 2009 y 2011)

Deslinde: “Se entiende por deslinde al acto formal de distinguir los límites de una propiedad”. (<http://todoelderecho.com/Apuntes/Civil/Apuntes/derechosreales.htm>)

Diafragma: “Elemento estructural al nivel de un piso, que distribuye fuerzas horizontales a los elementos verticales resistentes”. (NCh433-96 modificada el 2009 y 2011)

Diagonal: En una cercha, barra inclinada que une cordones superior con inferior. En un tabique une solera superior con solera inferior. Se diseña en compresión.

Dintel: “Viga que cubre una abertura y que apoya directamente sobre las columnas sin empotramiento en sus extremos”. (MELI, 1998: 219). En Chile se usa el término dintel cuando se cubre una abertura en un nivel inferior al de una viga.

Dovela: “Bloque de piedra con caras laterales inclinadas para construir un arco o bóveda”. (MELI, 1998: 219)

Endurmientado: “Viga maestra a nivel de terreno, generalmente apoyada sobre poyos de fundación (de cimentación)

Entramado: “Armazón de madera o metal que sirve para hacer una pared, tabique o suelo, una vez rellenos los huecos”. (<http://es.thefreedictionary.com/entramado>)

Equilibrio: “Estado de balance entre todas las fuerzas que actúan sobre una estructura o parte de ella. El equilibrio puede ser estático o dinámico según el tipo de fuerzas que estén actuando en la estructura”. (MELI, 1998: 215).

Esfuerzo: “Fuerza por unidad de área. Los esfuerzos directos son de compresión y de tensión. Se emplean también los términos fatiga o tensión con el mismo significado, pero el término más aceptado y apropiado para fines de ingeniería es el de esfuerzo”. (MELI, 1998: 215). En Chile se usa el término tracción en lugar de tensión.

Esfuerzo de corte basal: “esfuerzo de corte producido por la acción sísmica en el nivel basal del edificio”. (NCh433-96 modificada el 2009 y 2011)





Extradós: *“Superficie convexa exterior de una bóveda o arco”*. (MELI, 1998: 219)

Flexión: *“Un tipo de deformación en la cual las secciones transversales de un elemento estructural que eran inicialmente paralelas se inclinan unas hacia las otras. También se denomina así a la acción estructural que produce dicho efecto”*. (MELI, 1998: 215)

Fundación: en Chile se usa como equivalente a cimentación. *“Parte de la estructura que está en contacto con el suelo y sirve para transmitir a éste las cargas generadas por la edificación”*. (MELI, 1998: 213)

Grieta: *“Abertura o hendidura que se presenta en un elemento estructural cuando los esfuerzos de tensión exceden la resistencia a este efecto. El término fisura es equivalente aunque suele emplearse para identificar una grieta de pequeña abertura”*. (MELI, 1998: 215). En Chile se usa el término tracción en lugar de tensión. Ver en este glosario el significado para tensión en Chile.

Hilada: *“conjunto de unidades de albañilería ubicadas en un mismo plano”*. NCh 1928.Of1993, modificada 2009)

Hiperestático o estáticamente indeterminado: *“Característica de una estructura por la cual las cargas aplicadas pueden equilibrarse por múltiples trayectorias de fuerzas internas. Esto hace a la estructura redundante. La trayectoria “real” de fuerzas depende de las rigideces relativas entre los distintos elementos de la estructura”*. (MELI, 1998: 215)

Impermeabilización: *“Protección de azoteas, cimientos o cualquier elemento constructivo contra la acción del agua con productos impermeables”*. (<http://www.arqhys.com/construccion/construccion-diccionario.html>)

Inercia: momento de inercia de una sección plana respecto de un eje de referencia, equivale a la integral de todas las áreas elementales contenidas en la sección, multiplicadas por sus respectivas distancias al cuadrado al eje de referencia.

Isostático o estáticamente determinado: *“Condición de una estructura en la cual la transmisión de fuerzas internas se da de una sola forma, determinada por condiciones de equilibrio que se establecen según su geometría y el sistema de carga aplicado”*. (MELI, 1998: 216)

Licuefacción: *“La licuefacción de suelo describe el comportamiento de suelos que, estando sujetos a la acción de una fuerza externa (carga), en ciertas circunstancias pasan de un estado sólido a un estado líquido, o adquieren la consistencia de un líquido pesado”*. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n\\_de\\_suelo](http://es.wikipedia.org/wiki/Licuefacci%C3%B3n_de_suelo))

Losa: *“Elemento estructural plano horizontal para cubrir un claro”*. (MELI, 1998: 216)

Luz o claro: *“Distancia horizontal entre los apoyos de una viga o losa, o entre los arranques de un arco o bóveda”*. (MELI, 1998: 213)

Machihembrado: *“Ensamblar dos cuerpos a caja y espiga, o a lengüeta y ranura. Este último modo de ensamblar se llama también engargolar”*. (<http://www.buscapalabra.com/definiciones.html?palabra=machihembrado>)

Medianero: *muro medianero: el que pertenece en común a los dueños de dos predios colindantes*. (<http://www.modulor.cl/leyes/oguc/contenido%20oguc/oguc11.html>)

Módulo de esbeltez: En una barra sometida a compresión, es la relación entre su largo afecto a pandeo y el radio de giro de su sección.

Mortero: *“Mezcla de arena, agua y cementante. Sin.: argamasa”*. (MELI, 1998: 219)

Mortero puzolánico: mortero compuesto por una mezcla de limo con ceniza volcánica denominada puzolana

Muro cortafuego: *“el que cumple con la resistencia al fuego requerida según el caso, de acuerdo con el artículo 4.3.3. de esta Ordenanza”*. (<http://www.modulor.cl/leyes/oguc/contenido%20oguc/oguc11.html>)

Muro de fábrica: *“Esta es la única estructura con muros portantes no armados de clara aplicación en la construcción, aunque tiene ciertas limitaciones”*. ([http://www.construmatica.com/construpedia/Muros\\_de\\_F%C3%A1brica\\_de\\_Ladrillo](http://www.construmatica.com/construpedia/Muros_de_F%C3%A1brica_de_Ladrillo))

Nudo: *“Sistema reticular formado por un conjunto de barras unidas entre si por medio de articulaciones sin fricción, llamadas nudos, que forman un conjunto plano indeformable (prescindiendo de las deformaciones elásticas)”*. (<http://www.cvr.etsia.upm.es/web%202005/Construccion%20I/tema4.pdf>)

Pandeo: *“Flexión súbita de un elemento que se despegas de su eje original, pierde drásticamente su rigidez y capacidad de resistir cargas”*. (MELI, 1998: 216)







Par: *“Piezas superior inclinada que determina la pendiente de una techumbre. Sobre este elemento se fijará la enmaderación y el material de cubierta”*. ([http://lpchile.cl/manualLP/06\\_TECHUMBRE%2091\\_108.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/06_TECHUMBRE%2091_108.pdf))

Trabaja en compresión

Parales: en Centroamérica diagonal de un tabique

Parquet: *“Cubierta para el suelo hecha con tablas pequeñas y finas de madera que se colocan formando figuras geométricas”*. ([ervicios.elpais.com/diccionarios/castellano/parqu%E9](http://ervicios.elpais.com/diccionarios/castellano/parqu%E9))

Péndola: Pieza vertical de menor tamaño que el pendolón que transmiten cargas de los pares al tirante.

Pendolón: *“Pieza vertical central que une los pares al tirante, y su función es estructurar y transmitir los esfuerzos de los pares al tirante”*. ([http://lpchile.cl/manualLP/06\\_TECHUMBRE%2091\\_108.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/06_TECHUMBRE%2091_108.pdf)). Trabaja en tracción.

Pie derecho: igual que puntal, pero va vertical y forma parte de un entramado

Pletina: *“pieza metálica plana”* ([http://lpchile.cl/manualLP/GLOSARIO-nuevo367\\_376.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/GLOSARIO-nuevo367_376.pdf))

Puntal: *“Elemento estructural de sección transversal pequeña que se introduce en una estructura para absorber cargas de compresión. A diferencia de una columna, puede ser inclinado y frecuentemente forma parte de una armadura”*. (MELI, 1998: 217)

Radier: *“La losa de fundación, denominada radier, se utiliza para terrenos de baja calidad portante, inferior a los 1,2 kg/cm<sup>2</sup>, pero no menores a los 0,6 kg/cm<sup>2</sup>, ya que al ser más liviana que la losa llena, posee una buena resistencia ante asentamientos laterales que pueden ser causados por fatigas de suelo en uno de sus segmentos”*. ([http://www.mailxmail.com/losa-radier-sistemas-fundacion-manual-construccion\\_h](http://www.mailxmail.com/losa-radier-sistemas-fundacion-manual-construccion_h))

Radio de giro: Raíz cuadrada de inercia sobre radio de giro de una sección plana sometida a compresión y por tanto a pandeo.

Reacción: *“Fuerza que se genera en los apoyos de una estructura para contrarrestar y equilibrar las cargas aplicadas”*. (MELI, 1998: 217)

Resistencia: *“Capacidad de soportar una carga o, más propiamente, la máxima carga que un elemento estructural puede soportar antes de llegar a un estado de falla”*. (MELI, 1998: 217)

Restricciones: en estática de cuerpos rígidos en el plano, existen impedimentos a los desplazamientos y a las rotaciones en sus conexiones. Así el conector que más restringe a una estructura es el empotramiento y el que menos la limita es el apoyo móvil.

Reticulado: *“estructura formada por elementos rectos (barras) que conforman triángulos (figura indeformable) y trabajan a tensión de tracción o compresión en ingeniería estructural”*. (<http://es.wikipedia.org/wiki/Reticulado>)

Retranqueo: *“escalonamiento vertical que adopta la fachada de un edificio hacia el interior del predio”*. (<http://www.modulor.cl/leyes/oguc/contenido%20oguc/oguc16.html>)

Revoque: igual que aplanado y enlucido. *“Recubrimiento de mortero sobre un elemento de mampostería”*. (MELI, 1998: 218)

Rigidez: *“Oposición de un material o elemento estructural a ser deformado. Junto a la resistencia es la propiedad básica en definir la respuesta de una estructura al sistema de cargas a que está sometida. Más rigurosamente se define como la carga necesaria para producir una deformación unitaria. Su inverso es la flexibilidad”*. (MELI, 1998: 217)

Rótula, rotulado: *“La conexión por rótulas permite el giro relativo, que existan fuerzas a ambos lados de la rótula pero no momentos”* ([http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-de-estructuras/elasticidad\\_resistencia\\_materiales/ejercicios/CAPITULO\\_14\\_\(Estructuras\\_intraslacionales\).pdf](http://ocw.uc3m.es/mecanica-de-medios-continuos-y-teoria-de-estructuras/elasticidad_resistencia_materiales/ejercicios/CAPITULO_14_(Estructuras_intraslacionales).pdf))

Tabique: *“Pared construida con pie derechos y soleras de madera constituyendo muros perimetrales o divisorios de una edificación”*. ([http://lpchile.cl/manualLP/GLOSARIO-nuevo367\\_376.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/GLOSARIO-nuevo367_376.pdf))

Sillar: *“Piedra labrada y escuadrada”*. (MELI, 1998: 220)

Sillería de piedra: *“Fabrica hecha de sillares o piedras labradas. Conjunto de estos sillares”*. (MELI, 1998: 220)

Solera inferior: *“pieza de madera o metal ubicada en la parte inferior del entramado que será responsable de mantener unidos los elementos verticales (pie derechos, cabezales o jambas) y de distribuir las cargas*





*verticales*”.

([http://lpchile.cl/manualLP/04\\_MUROS-65\\_80.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/04_MUROS-65_80.pdf))

Solera superior: “*pieza de madera o metal ubicada en la parte superior de cada estructura y responsable de traspasar las cargas o pesos que recibe de la estructura de cubierta o segundos pisos, a los elementos verticales. También se fijarán posteriormente tanto los revestimientos interiores como los exteriores*”.

([http://lpchile.cl/manualLP/04\\_MUROS-65\\_80.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/04_MUROS-65_80.pdf))

Solera superior de montaje: “*elemento de unión, de igual dimensión que la solera superior, que se coloca sobre ésta y que amarra todo el sistema de tabiques. (Puede ser también una viga de amarre.)*”.

([http://lpchile.cl/manualLP/04\\_MUROS-65\\_80.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/04_MUROS-65_80.pdf))

Solicitaciones: “*El término solicitud se emplea en ingeniería estructural para designar algún tipo de acción o fenómeno externo que afecta a una estructura y necesita ser tenido en cuenta en los cálculos estructurales.*

Usualmente el término se aplica a:

- *Fuerzas exteriores.*
- *Esfuerzos internos transmitidos por una parte de la estructura a otra parte adyacente.*
- *Desplazamientos ocasionados por un desplazamiento del terreno o el empuje de algún elemento externo.*
- *Deformaciones inducidas por fenómenos varios como dilatación térmica, retracción del hormigón, etc.”*

(<http://es.wikipedia.org/wiki/Solicitud%C3%B3n>)

Tabique soportante: “*el que debe resistir cualquier carga, además de su propio peso*”.

(<http://www.modulor.cl/leyes/oguc/contenido%20oguc/oguc18.html>)

Tensión admisible: “*es aquella que asegura las no deformaciones permanentes en los materiales y que por tanto debe ser inferior a la tensión producida por las fuerzas exteriores*”.

(<http://ibiguidp3.wordpress.com/res/tracc/>)

Tirante: Pieza inferior horizontal que une los pares en una cercha. “*Cuerda, cadena o cable que dan rigidez a la estructura. Siempre debe estar sometida a esfuerzos de tracción*”.

([http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/tablon\\_de\\_anuncios/apuntes&ejercicios\\_estructuras.pdf](http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/tablon_de_anuncios/apuntes&ejercicios_estructuras.pdf))

Tornapunta: “*Pieza colocada en diagonal que triangula la cercha formando apoyos intermedios de los pares*”.

([http://lpchile.cl/manualLP/06\\_TECHUMBRE%2091\\_108.pdf](http://lpchile.cl/manualLP/06_TECHUMBRE%2091_108.pdf))

Tracción: en Chile se usa con el mismo significado de tensión. “*Esfuerzo principal que produce el alargamiento de un elemento estructural o de algunas fibras de su sección transversal*”. (MELI, 1998: 217). “*Esfuerzos que hacen que la estructura se alargue, se estire*”.

([http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/tablon\\_de\\_anuncios/apuntes&ejercicios\\_estructuras.pdf](http://roble.pntic.mec.es/jprp0006/tecnologia/tablon_de_anuncios/apuntes&ejercicios_estructuras.pdf))

Vínculo: conector. En una estructura isostática rígida y plana se distinguen tres tipos de vínculos: móvil, fijo y empotrado.

Voladizo: “*Viga o losa empotrada en un extremo y libre en el otro*”. (MELI, 1998: 217)

Zuncho: “*Abrazadera o anillo que sirve para sujetar o reforzar una pieza*”. (MELI, 1998: 220)





### 3ª PARTE: EL FUTURO DE LOS CONJUNTOS HABITACIONALES

#### 3.1 INTRODUCCIÓN

Un sector de conservación histórica requiere movimiento, perduración en el tiempo, de modo que las generaciones futuras puedan vivir su presente sin olvidar su relación con el pasado. La idea no es conservar lo que fue, es proyectarse al futuro estando conciente de su anclaje histórico. (Carrión, 2002: 24).

El camino más efectivo para que las obras sean apreciadas como valores patrimoniales es que los propios habitantes sean capaces de reconocerlos.

#### 3.2. CONCEPTO DE SOSTENIBILIDAD

El concepto de sostenibilidad tomó importancia a partir de la conferencia de Río de Janeiro de 1992, como un capital que debería ser traspasado de generación en generación y que cada una debería vivir de los intereses emanados de la herencia recibida y no del propio capital, el cual estaría conformado por tres componentes: el *artificial*, compuesto por edificios e infraestructura, el *humano*, por ciencia, conocimientos y técnica y el *natural*, constituido por elementos puros del medio ambiente (Ruano, 1999: 10).

También existe el concepto de sustentabilidad. Pues bien, se podría decir que cuando un desarrollo sustentable se mantiene en el tiempo, ya pasaría a ser considerado un desarrollo sostenible. (Moreno,2009:3).

La idea de sostenibilidad es que exista un equilibrio entre los objetivos sociales, ambientales y económicos. Se entiende que el bienestar social tiene que estar ligado con el medio ambiente y la bonanza económica. El bienestar de la sociedad, así como el desarrollo de la misma, dependen de su nivel tecnológico y éste a su vez de la capacidad del medio ambiente para resistir los efectos de la actividad humana sobre él. Entonces para lograr sustentabilidad en el tiempo, será necesario invertir en una adecuada tecnología, manejando adecuadamente el medio ambiente; por lo tanto, la sustentabilidad está mejor relacionada con el medio ambiental, mientras que la sostenibilidad con el desarrollo. (Moreno,2009:3).

El municipio a través de su Plan de Desarrollo Comunal, Plan Bicentenario PLADECO 2009 – 2015, acordó con el Ministerio de Vivienda, dar inicio a las





recomendaciones derivadas de un “Estudio de Identificación de Inmuebles y Zonas de Conservación Histórica” a raíz de un acuerdo firmado por ambas entidades el año 2003. El resultado de este estudio fue identificar valores patrimoniales, urbanos y arquitectónicos dentro de la comuna, señalando Inmuebles y zonas con valores para ser declaradas de Conservación Histórica. (PLADECO: 2009:34). Distinguen 6 zonas y/o Inmuebles de valor Patrimonial:

- Estadio Nacional, ubicado en Av. Grecia 2001, declarado “Monumento Histórico”, según Decreto exento N° 0710 del 11 de Septiembre de 2003.
- Casa de la Cultura de Ñuñoa, ubicada en Av. Irarrázaval 4055, declarada “Monumento Histórico”, según Decreto N° 723 del 16/06/73.
- Lugar de la Memoria, en Av. José Domingo Cañas N° 1367, declarado “Monumento Histórico”, según Decreto exento N° 052 del 21 de Enero de 2002
- Población Elías de la Cruz, declarada en virtud del artículo 60 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones, que corresponde a la zona Z-6 del actual Plan Regulador Comunal de Ñuñoa, forma parte del presente estudio.
- Población para Suboficiales de la Escuela de Aplicación de Caballería, ubicada entre Av. Manuel Montt, Leopoldo Urrutia, Av. Antonio Varas y Sargento Navarrete, declarada “Zona Típica”, según Decreto Exento N° 902 del 09 de Mayo de 2007 del Ministerio de Educación. Conocida popularmente como Leopoldo Urrutia, su calle principal. Forma parte del presente estudio.
- Población de Empleados Públicos y Periodistas Chile España, ubicada en calle Núñez de Arce, entre Av. Suecia y Av. Chile España, declarada “Zona Típica”, según Decreto Exento N° 2799 de fecha 15 de Septiembre de 2008. Conocida popularmente como Núñez de Arce. Forma parte del presente estudio.

De los seis valores patrimoniales enunciados, los tres últimos corresponden a conjuntos habitacionales objetos de esta tesis. Los conjuntos Crescente Errázuriz y La Colmena, que también forman parte del presente estudio, no cuentan con reconocimiento documentado, salvo Crescente Errázuriz, citado como “Casas Errázuriz” por Boza y Duval en “Inventario de una Arquitectura Anónima” (Boza,





1982:168). No se conoce autoría de arquitectos para los conjuntos La Colmena y Crescente Errázuriz, ni se ha hecho público a través de algún documento el deseo de parte de sus habitantes por salir del anonimato, aún cuando en conversaciones públicas reconocen vivir en un sector “especial” dentro de la ciudad.

Si el municipio a través de su Plan de Desarrollo Comunal logró un acuerdo con el Ministerio de la Vivienda para identificar Inmuebles y Zonas de Conservación, es posible que siga adelante en la tarea de reconocimiento de valores patrimoniales.

- Es imprescindible educar a la comunidad sobre la importancia de las propiedades históricas y trabajar para lograr beneficios de su conservación. (Oech, 2011: II, 2)
- Es importante promover y coordinar la identificación, documentación y evaluación de los recursos arqueológicos y edificados. (Oech, 2011: II, 5)
- Fomentar la inclusión de propiedades en los registros gubernamentales que incentivan y regulan su tratamiento adecuado. (Oech, 2011: II, 9)
- Procurar la integración de la conservación histórica como elemento esencial para el desarrollo sustentable y la revitalización efectiva. (Oech, 2011: II, 11)
- Asistir y educar a la comunidad sobre los programas, prácticas y técnicas apropiadas para la conservación del recurso histórico. (Oech, 2011: II, 14)

Se mencionó que el componente artificial del concepto de sostenibilidad estaría conformado por edificios e infraestructura, mientras que el componente humano albergaría ciencia, conocimiento y técnica.





### 3.2.1. Viabilidad Tecnológica.

En algún momento, probablemente luego de un sismo severo, se acusará daños estructurales en los conjuntos patrimoniales, razón por la cual deberemos adelantarnos a ese instante, siguiendo ciertas políticas de prevención. En primer lugar la sugerencia es establecer una normativa clara de intervención. La Ordenanza General de Urbanismo y Construcciones (OGUC) señala confinamiento de hormigón armado para todos los vanos de edificaciones de albañilería de ladrillo artesanal. Esta exigencia es una propuesta demasiado invasiva, que además suministra un gran cambio en las rigideces de los elementos adheridos.<sup>86</sup> Se ha observado muchas obras de albañilería de ladrillos artesanales, confinados luego del sismo del 3 de Marzo de 1985, que fallaron precisamente en los sectores de intervención. Las modificaciones a la OGUC deberán ser realizadas por expertos en tecnología patrimonial.

#### 3.2.1.1. Principios de la Restauración Crítica

Aún cuando las edificaciones del presente estudio han demostrado un buen comportamiento estructural a través del tiempo, siempre existe incertidumbre respecto de los métodos de análisis utilizados, así como de las medidas de reforzamiento estructural sugeridas. Esto se refleja en el apoyo a la experiencia sobre acciones ejecutadas en edificios históricos, más que a resultados numéricos concretos. (Meli, 1998: 141) Corresponde cautelar acuciosamente el futuro comportamiento, luego de la posible intervención y se recomienda seguir ciertos principios. Cada operación deberá quedar perfectamente registrada, de manera que las futuras intervenciones tomen conocimiento de cada una de las anteriores. Respecto de los materiales que dan la imagen original de los conjuntos habitacionales en estudio, se recomienda considerar los siete principios fundamentales de la Restauración Crítica. (Marziano, 2000: 118 – 119)

##### 1. PRINCIPIO DE LA ORIGINALIDAD

Se deberá respetar la Materia Original, pues jamás podrá ser sustituida. Sin embargo habrá que conservar el estado actual de lo antiguo, sin pretender retroceder ni reponer el aspecto original antiguo, puesto que existe un envejecimiento natural positivo que sufren los materiales a nivel químico.

---

<sup>86</sup> Título 5, capítulo 6, art. 5.6.2. Ordenanza General de Construcciones y Urbanización (OGUC)





## 2. PRINCIPIO DE LA DIFERENCIACIÓN

Cada intervención deberá ser diferenciada y visible a simple vista. Se podrá usar el mismo material o bien uno alternativo, pero cuidando diferenciar los límites entre la materia original y aquélla de restauración.

## 3. PRINCIPIO DE LA REVERSIBILIDAD

Todas las intervenciones deberán ser reversibles, posibilitando utilizar materiales originales o tradicionales que puedan ser removidos en el momento en que aparezcan mejores tecnologías.

## 4. PRINCIPIO DE LA COMPATIBILIDAD MATERICA

Los materiales a utilizar en las intervenciones deberán ser de la tipología de los originales, o al menos tener compatibilidad con ellos; se entenderá como una afinidad tanto física, química y estética entre los originales y los introducidos en la intervención.

## 5. PRINCIPIO CASO A CASO

Cada intervención es un caso único, inigualable, por lo tanto deberá ser estudiado específicamente, considerando los principios aquí enunciados. Este análisis requiere una adecuada interpretación y adecuación aplicativa de los principios.

## 6. PRINCIPIO DE LA MÍNIMA INTERVENCIÓN

Se deberá cuidar que la intervención sea lo menos invasiva y artificiosa, pues podría aumentar el deterioro de los materiales originales, pues es importante recordar que los contenidos patrimoniales deberán conservarse, de modo de mantenerlos vivos para las generaciones futuras, como un testimonio delimitado de cultura.

## 7. PRINCIPIO DE LA CUARTA DIMENSIÓN

El paso del tiempo es el que agrega vida a la intervención. Es imposible retornar a la imagen original de las obras patrimoniales; si podrá intervenir su imagen actual, la que deberá mostrar la imagen de antigüedad, pues en este factor reside la carga poética emotiva que posee cada obra y es la que *“fascina, atrae y conmueve a sus usuarios y al mundo a través del tiempo”*. Marziano, 2000: 121)







### 3.2.2. Componentes de la sostenibilidad

Desde una mirada multidisciplinar, deberemos considerar ciertos componentes de la sostenibilidad, entre los que se destacan el social, el cultural, el económico, el político – administrativo y el físico – ambiental (Carrión, 2002:33-36).

#### 3.2.2.1. Componente social

Las zonas patrimoniales son el sustento de una sociedad que le dio vida y permanencia, que además transmite y recibe el patrimonio heredado, por lo tanto la sociedad contiene sujetos patrimoniales directos e indirectos de origen local, nacional o internacional. Carrión identifica a residentes, comerciantes, inquilinos y transeúntes como sujetos patrimoniales de origen local, mientras que el capital inmobiliario y ministerios formarían parte de los sujetos patrimoniales de origen nacional y finalmente el turismo y la cooperación conformarían los sujetos patrimoniales de origen internacional.

#### 3.2.2.2. Componente cultural

Las zonas patrimoniales son la evidencia de la historia de la arquitectura y urbanismo y de la historia social que identifican culturalmente al lugar y a sus habitantes. El traspaso social del patrimonio entre generaciones o entre individuos, deberá contemplar el aumento de valor en el proceso, de lo contrario estas zonas estarían entrando en decadencia y posible muerte. Por lo tanto es de vital importancia añadir presente a la historia.

La arquitecta María Angélica Urbina una de las gestoras de iniciativa que permitió declarar Zona Típica al sector Viñas de Dalmacia, en la comuna de Providencia, comenta que los barrios patrimoniales tienen un elemento diferenciador, cada día más valorado en el mercado y que *“es una gran ventaja tener identidad de barrio a escala humana, lo que no tienen los condominios que actualmente se ofrecen tanto en La Dehesa como en otras comunas de la capital”...“Estos barrios guardan la memoria urbana para las futuras generaciones, algo que para el habitante de Santiago pareciera ser un lujo inalcanzable, puesto que el mercado lo seduce por caminos errados”. La principal ventaja que se obtuvo con la Declaratoria fue preservar la calidad de vida, al asegurar densidades habitacionales mediana y baja.*” (Emol, 2008: s/p).





### **3.2.2.3. Componente económica**

Se trata de zonas de estímulo a las acciones públicas y privadas en diferentes segmentos de la economía, residencia, turismo e infraestructura, con la idea de fortalecer el rendimiento de los habitantes, trabajadores y empresarios de modo de garantizar la sostenibilidad y promover desarrollo económico y competitividad. Existen entidades gestoras de acción como el Consejo de Monumentos Nacionales y ejecutoras como Fondart, Consejo Nacional de la Cultura y las Artes y Gobierno de Chile.

### **3.2.2.4. Componente político- administrativa**

Cada zona patrimonial es el lugar idóneo para fortalecer la ciudadanía patrimonial, de manera de establecer un marco institucional eficiente en la gestión, con el objeto de comandar el proceso de rehabilitación del lugar. Se fomentará toda acción a través de Juntas de vecinos.

### **3.2.2.5. Componente físico- ambiental**

La zona patrimonial es el lugar representativo de integración con el contexto geográfico que lo representa y mecanismo fortalecedor de la identidad y autoestima de los habitantes. Se deberá cuidar la imagen de elementos agresivos como antenas elevadas, edificios en altura en zonas aledañas, y contaminación del aire.

### **3.2.3. Lineamientos de Intervención**

- Partiendo de la base que aquellos conjuntos no apreciados en su valor patrimonial por el organismo local, se recomienda seguir estrategias de Plan Bicentenario PLADECO 2009 – 2015, citadas en el presente apartado, de modo de obtener reconocimiento como zonas típicas o de conservación, establecidas por el Consejo Nacional de Monumentos, CNM. Faltaría registro para los conjuntos Crescente Errázuriz y La Colmena.
- Una vez logrado el reconocimiento, con el objeto de promover los lineamientos de intervención para cada zona dentro del Plan Regulador Comunal, se propone establecer estrategias para la obtención de rebajas o exenciones tributarias, de la Tesorería General de la República, desde el





Servicio de Impuestos Internos, SII, para las edificaciones de los conjuntos protegidos.

- Estas rebajas o exenciones, tendrían que estar muy controladas por el organismo local, de modo de favorecer a aquéllos que mantuviesen sus propiedades en excelente estado de conservación.
- El sostenimiento de cada una de las propiedades debería estar avalado por un documento evacuado por un Experto en Conservación Estructural del Patrimonio, cuyos honorarios serían cancelados parcialmente por cada propietario y el municipio.
- Dentro del plan de mantenimiento de propiedades deberá especificarse claramente los materiales aceptados para intervenciones estructurales, puesto que el ladrillo como componente de los muros soportantes perimetrales es de gran fragilidad. Por lo anterior, debería impedirse el uso de hormigón armado como refuerzo, pues es sabido que las edificaciones que lo han utilizado, se han fracturado luego de un sismo de magnitud sobre 6,0. (escala de Richter).
- Debería aceptarse, desde el punto de la normativa vigente, el uso de reforzamientos en el propio material ladrillo, sobre todo luego de observar su buen comportamiento frente a sismos severos. Podría normarse este tipo de refuerzos siguiendo los lineamientos de los refuerzos originales de vanos dentro de la volumetría existente de los conjuntos estudiados. Por otra parte, se hace notar que edificios que fallaron durante el sismo del 27 de Febrero de 2010, fueron los permitidos por la norma chilena Nch 433 de Diseño Sísmico de Edificios, tres de ellos en la comuna de Ñuñoa (Villa Olímpica, Edificio Emerald y edificio en Los Cerezos con Irarrázaval)





**FIG. 3.1,** Daño estructural en edificio Emerald -Inmobiliaria Paz. Irarrázaval 2931. Imagen izquierda: propia. Imagen derecha: Alfredo Cofré. Edificio de hormigón armado permitido por normativa sismo-resistente con fallas estructurales en sismo del 27 de febrero de 2010.

- Es aceptable la utilización de reforzamientos perimetrales metálicos, pues aportan tracción al modelo y pueden ser removidos con el tiempo sin dañar la estructura, para ser reemplazados por otro sistema futuro de mejor comportamiento. Principio de reversibilidad. (Marziano, 2000: 119)
- La infraestructura de soporte a los conjuntos también debería estar regida por un Plan de Manejo, mantenido por el municipio y controlado por el gobierno central. Actualmente todos los conjuntos adolecen de problemas de infraestructura relacionados con la imagen.

No deberemos olvidar el gran aporte que otorga la infraestructura de nuestro patrimonio, aún cuando parte de ella esté oculta. Habitualmente el término infraestructura se relaciona con “obra pública” porque el Estado se encarga, la mayoría de las veces, de su construcción y mantenimiento, por ser de utilidad pública y de costos de ejecución elevados. Se distingue infraestructuras de transporte, energéticas, hidráulicas, de telecomunicaciones y de usos como vivienda, comercio, industria, salud, educación, etc.<sup>87</sup>

La infraestructura dentro del patrimonio edificado, tiene gran importancia y deberá estudiarse su intervención, al igual que los espacios de transición entre espacio público y privado, de manera de rescatar los valores originales observados en la concepción de los conjuntos patrimoniales:

<sup>87</sup> Es.wikipedia.org/Wiki/Infraestructura\_urbana. Consultada el 01/08/2012



- Se propone rescatar pavimentos en vías de circulación vehicular, como adoquines de piedra en los sectores patrimoniales, elevando los caminos respecto del resto de vías circundantes, de modo de controlar la velocidad vehicular, en paralelo con veredas peatonales con baldosas del tipo de las originales de los conjuntos.
- Regularizar especies arbóreas, considerando el clima del lugar.
- Elaborar un estudio de propuesta de luminarias públicas.
- Eliminar el cableado eléctrico aéreo.
- Restringir y controlar el uso de antenas elevadas y camufladas dentro de pseudo palmeras.
- Considerar elementos de mobiliario urbano.
- Estimar la instalación de elementos de prevención, inhibición o mitigación de riesgos o siniestros en los conjuntos, como sistemas pasivos y activos de seguridad contra incendio, sistemas de evacuación, control de accesos, señalizaciones de seguridad e instalaciones de emergencia.
- Los propietarios deberán asumir la responsabilidad de instalaciones interiores de alcantarillado, electricidad y gas de sus domicilios.
- Rescatar cierros originales de propiedades de principios de siglo XX con zócalos de albañilería de ladrillo.
- Recuperar antejardines originales.
- Considerar propuesta Ambiental Armónica, especialmente en Elías de la Cruz, Leopoldo Urrutia y Núñez de Arce, por ser conjuntos vulnerables a contaminación de imagen por la aparición de edificios en altura en sus alrededores.





### 3.2.3.1. Caso Elías de La Cruz

Declarada Zona de Conservación Histórica, en virtud del artículo 60 de la Ley General de Urbanismo y Construcciones,<sup>88</sup> lo que implica respetar condiciones de edificaciones existentes. Permite uso residencial de todo tipo, equipamiento relacionado con destino Cultural, prestación de servicios profesionales y servicios artesanales relacionados con destino Cultural.

#### Observaciones

- Señala amenazas a la imagen de barrio; edificaciones en altura invaden todo el perímetro.
- La infraestructura del barrio está deteriorada.
- En un 80% de las viviendas se observa cuidado de la imagen de parte de los usuarios, en su mayoría propietarios.
- Se observa ejecución de transformaciones interiores no autorizadas por la Dirección de Obras Municipales.
- No se observa letreros de venta ni arrendamiento de propiedades.
- El mayor deterioro de las construcciones se muestra en las casas con actividad comercial, en general dadas en arriendo.
- Conserva antejardines de viviendas originales, a excepción de algunas propiedades emplazadas en el perímetro del barrio donde la actividad comercial permitida ha hecho apropiación indebida de dicho espacio, lo cual no ha sido controlado por la autoridad municipal. Esto también ha generado invasión a la imagen del barrio.
- Gran parte de los habitantes exigen cambios en Plano Regulador debido a la permisión de edificación de 12 a 17 pisos en los alrededores del conjunto.

<sup>88</sup> DFL. 458 de 1975, actualizada por la Ley 20.599, publicada en el Diario Oficial del 11 de Junio de 2012. el Plan Regulador señalará los inmuebles o zonas de conservación histórica, en cuyo caso los edificios existentes no podrán ser demolidos o refaccionados sin previa autorización de la Secretaría Regional de Vivienda y Urbanismo correspondiente. Disponible en:

[http://www.minvu.cl/opensite\\_20070404173759.aspx](http://www.minvu.cl/opensite_20070404173759.aspx)





## Viabilidad

- El Ministerio de la Vivienda promueve programas de recuperación de barrios. Ñuñoa lo tiene a través de su Plan de Desarrollo Comunal, Plan Bicentenario PLADECO 2009 – 2015
- El Ministerio de la Cultura podría tomar posicionamiento en el lugar.
- Los habitantes, reunidos a través de su Junta de Vecinos podrían solicitar colaboración al grupo Red Ciudadana y elaborar en conjunto un plan gestor de mejoramiento para sus barrios patrimoniales.
- Se aconseja mantenimiento anual de inmuebles, estudiando técnicas tradicionales de ejecución y capacitación de esos procedimientos. Es recomendable facultar a profesionales para inspeccionar las edificaciones, de modo de detectar oportunamente los posibles grados de deterioro y su apropiada intervención. Es un costo – beneficio no siempre comprendido por aquél que deba hacerse cargo de la operación. La periodicidad de las inspecciones dependerán del clima, de la edificación propiamente y del medio ambiente.







### 3.2.3.2. Caso La Colmena.

No es un barrio protegido, aún cuando presenta una tipología constructivo – estructural específica, apreciada por sus propietarios y turistas que gustan transitar por él.

#### Observaciones

- Aproximadamente un 95% de los habitantes son propietarios.
- Es un conjunto pequeño (una manzana)
- La infraestructura del barrio está deteriorada.
- Recordemos que esta tipología se presenta en una manzana más dos sitios de la manzana de enfrente. Se sugiere ver ficha de conjunto. Por lo tanto esta tipología convive enfrentando en dos calles (Los Jazmines y J. M. Infante) a otras edificaciones, de la misma época por calle Infante y de data posterior por calle Los Jazmines. Se han complementado armónicamente, observado en la interrelación social, cultural y de identidad entre vecinos.
- Se mantiene absolutamente el destino habitacional.
- En un 65% de las viviendas se observa cuidado de la imagen de parte de los usuarios, en su mayoría propietarios.
- Se observa ejecución de transformaciones interiores. Sólo algunas cuentan con autorización de la Dirección de Obras Municipales.
- Conserva antejardines de viviendas originales, a excepción de ciertas propiedades que han construido en antejardín sin autorización de la Dirección de Obras.
- No hay restricciones para ejecutar demoliciones, lo cual pone en peligro el rescate de esta tipología constructiva.
- Altura máxima permitida 3 pisos con 8 m de altura y puede llegar a 5 pisos en terrenos iguales o superiores a 1000 m<sup>2</sup>. esto supone juntar 4 sitios, lo que sería una amenaza para el rescate del conjunto, pero no resulta atractivo para las inmobiliarias.
- No se ha observado amenazas de densificación.
- Se mantiene 2 pisos como máxima altura en las edificaciones existentes





- Aún sin ninguna obligación, el municipio ha privilegiado intervenciones que no alteren la imagen original del conjunto, a excepción de algunas sin regularizar.
- Ya que no es un conjunto vulnerable, aún sin presentar protección, es posible que se mantenga con su imagen por unas cuantas décadas.

## Viabilidad

- Para que el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) acoga una petición para declaratoria de Zona Típica, exige lo siguiente:
  1. Carta de solicitud.
  2. Carta de opinión del Alcalde de la comuna.
  3. Carta de opinión de representante del ministerio de la Vivienda y urbanismo ante el CMN
  4. Carta de opinión de los vecinos involucrados en el polígono de protección
  5. Elaboración de las Normas básicas a modo de instructivo de Intervención
  6. Planimetría detallada
  7. Visita a terreno entre representantes de Juntas de vecinos del sector y profesionales del CMN
- Viabilidad como Zona Típica a través de Fondart, Consejo Nacional de la Cultura y las Artes y Gobierno de Chile.
- Viabilidad de recuperar imagen patrimonial a través de las mismas entidades.
- Se recomienda inspección periódica de las edificaciones, por un perito profesional en intervención de edificios patrimoniales, tal como se indicó en conjunto Elías de La Cruz.





### 3.2.3.3. Caso Leopoldo Urrutia

Cuenta con Declaratoria de “Zona Típica”, bajo la Ley 17.288 de Monumentos Nacionales, según Decreto Exento N° 902 del 09 de Mayo de 2007 del Ministerio de Educación.

Cuenta con Instructivo de Intervención para Zona Típica con el nombre de “Población para Suboficiales de la Escuela de Aplicación de Caballería”, de fecha Enero de 2010. Amparado por el Consejo de Monumentos Nacionales, financiado por Fondart, Consejo Nacional de Cultura y las Artes y Gobierno de Chile. Este documento es de carácter técnico y fija los requerimientos a los cuales se deberán atender todas las intervenciones de construcción, reconstrucción o únicamente conservación, dentro del polígono de protección.

### Observaciones

- Se mantiene destino habitacional, excepto algunas oficinas y comercio por avenidas Antonio Varas y Manuel Montt.
- Se observa un deterioro en la imagen del conjunto, producto de intervenciones en fachadas ampliando vanos y cubiertas que originalmente eran de arcilla, por metálicas, lo cual atenta severamente el proyecto original.
- La infraestructura del barrio está deteriorada
- Altura máxima permitida dos pisos no visibles desde el exterior (instructivo de Intervención de Zona Típica)
- Se observa ejecución de transformaciones interiores. Sólo algunas cuentan con autorización de la Dirección de Obras Municipales.
- Conserva antejardines de viviendas por avenida Antonio varas y calle Leopoldo Urrutia, tal como fueran proyectados originalmente.
- No se observa ampliaciones sobre primer piso vistas desde el exterior.
- El Plano Regulador Comunal de Ñuñoa contempla por Avenida Irarrázaval construcción aislada sobre 17,5 m sin tope de altura excepto la rasante de 70°; esta cláusula permitió que se erigiese un edificio de gran altura, lo cual vulnera la escala urbana del conjunto. Los vecinos como comunidad de Zona Típica han solicitado al alcalde de la comuna, la modificación del Plan Regulador Comunal en los deslindes de la zona patrimonial.





**FIG. 3.2** El plan Regulador Comunal permite construcción aislada libre según rasante por avenida Irarrázaval, lo cual vulnera la escala urbana del conjunto. (CMN, 2010: 59).

## Viabilidad

El conjunto al estar amparado como Zona típica del CMN, estaría sujeto a las disposiciones del Artículo 40 de esa entidad, que se muestran a continuación:

- El CMN promoverá ante las Direcciones de Obras Municipales, la incorporación de los instructivos de Intervención de Zonas Típicas o Pintorescas respectivas, en sus Planes Reguladores Comunes e Intercomunales, de modo de complementar, compatibilizar y optimizar la gestión y manejo de cada Zona Típica o Pintoresca en concordancia con la legislación vigente.
- El CMN promoverá ante los Municipios y demás organismos públicos o privados el otorgamiento de fondos u otros incentivos, con la finalidad de conservar, fomentar y desarrollar los valores patrimoniales, arquitectónicos, artísticos, históricos, paisajísticos y culturales propios de cada Zona Típica o Pintoresca.
- El CMN, de común acuerdo con la Junta de Vecinos respectiva, con el Municipio o propietarios, según corresponda, gestionará la instalación de una placa que identifique las calidades de Zona Típica o Pintoresca, con las características y ubicación acordadas por las partes.



- El CMN podrá solicitar a los organismos competentes en la materia, cada cinco años o cuando una situación imprevista lo requiera (incendio u otras catástrofes), un informe técnico relativo al estado de conservación de cada Zona Típica o Pintoresca afectada.
- Si se comprueba deterioro o abandono de obras arquitectónicas o del mobiliario urbano existente en cada Zona Típica o Pintoresca, el CMN denunciará lo anterior e iniciará las acciones judiciales que se establecen en la legislación vigente.
- Toda persona podrá informar al CMN, o denunciar ante los Tribunales Ordinarios de Justicia, toda acción de demolición, destrucción o intervención no autorizada en la Zona Típica o Pintoresca, con el fin de que se persigan las responsabilidades civiles y criminales que correspondan.
- Se recomienda inspección periódica de las edificaciones, por un perito profesional en intervención de edificios patrimoniales, tal como se indicó en conjunto Elías de La Cruz.





### 3.2.3.4. Caso Crescente Errázuriz

#### Observaciones

- Es el más pequeño de los conjuntos estudiados; no es una zona protegida, aún cuando presenta una tipología constructivo – estructural específica, apreciada por los usuarios y turistas que gustan recorrer el sector.
- Mantiene fachadas originales del conjunto
- Conserva uso de vivienda
- Se observa deterioro en veredas y pavimentos exteriores
- El Plan Regulador Comunal permite 4 pisos de altura, con terrenos de superficie mínima de 500 m<sup>2</sup>
- No se observa amenaza de edificios altos puesto que los predios son menores al tamaño mínimo requerido para esa edificación. (Nueve terrenos iguales de tamaño 151,25 m<sup>2</sup>). Edificio de mediana altura, próximo al conjunto por calle Obispo Orrego, no demuestra amenaza.

#### Viabilidad

- Para que el Consejo de Monumentos Nacionales (CMN) acoja una petición para declaratoria de Zona Típica, exige ciertos requisitos mencionados en conjunto la Colmena.
- Viabilidad económica es factible a través de Fondart, Consejo Nacional de la Cultura y las Artes y Gobierno de Chile.
- Ya que no es un conjunto vulnerable, aún sin presentar protección, es posible que se mantenga con su imagen por unas cuantas décadas.
- Se recomienda inspección periódica de las edificaciones, por un perito profesional en intervención de edificios patrimoniales, tal como se indicó en conjunto Elías de La Cruz.





### 3.2.3.5. Caso Núñez de Arce

#### Observaciones

- El conjunto al estar amparado como Zona típica del CMN, estaría sujeto a las disposiciones del Artículo 40 de esa entidad. (Ver caso Leopoldo Urrutia). Existe Decreto Exento N° 2799 de fecha 15 de Septiembre de 2008 en el cual se declara Monumento Nacional en la categoría de Zona Típica o Pintoresca la Población Empleados Públicos y Periodistas Chile-España. Este decreto es de gran importancia pues evitará la demolición de las viviendas existentes dentro del conjunto actual.
- La esencia del conjunto está dada por las casas que enfrentan la calle Núñez de Arce, pues perdió parte del mismo por las avenidas Chile\_ España y Suecia. Dichas vías son una grave amenaza en relación a la edificación en altura en ellas permitida.
- Un 80% de las viviendas conserva su uso. El resto ha cambiado destino a oficinas y educación.
- Las casas conservan su imagen en un 80%
- Se recomienda modificar Plano regulador Comunal en perímetro del conjunto reduciendo altura de edificación en predios por calles Suecia, Cervantes, Chile-España y Alonso de Ercilla.

#### Viabilidad

- El conjunto al estar amparado como Zona típica del CMN, estaría sujeto a las disposiciones del Artículo 40 de esa entidad, citadas en conjunto Leopoldo Urrutia.
- Se recomienda inspección periódica de las edificaciones, por un perito profesional en intervención de edificios patrimoniales, tal como se indicó en conjunto Elías de La Cruz.







### **3.3. INTERVENCIÓN ESTRUCTURAL**

Los conjuntos habitacionales en estudio han mostrado buena conducta de su estructura soportante original. Sin embargo no es fácil determinar cuál será su comportamiento futuro, especialmente cuando los usuarios de las edificaciones están interviniéndolas interiormente y no siempre con asesoría de especialistas. Sería oportuno educar a la población para que tome conciencia del patrimonio que está en sus manos.

#### **3.3.1. Creación del cargo de Inspección Estructural**

Arquitectos e ingenieros con especialidad en comportamiento sísmico de edificios históricos, deberían ser solicitados, para la elaboración de un diagnóstico preliminar en nuestras edificaciones, además de su monitoreo permanente, de modo de poder efectuar una correcta intervención estructural cuando fuese requerida.

##### **3.3.1.1. Inspección de edificios**

Cada edificación es un ente único y diferenciado que deberá ser tratado igual que un “paciente humano” por los “médicos ingenieros” o “médicos arquitectos” (Feilden, 1987: 88). Su historia y su entorno son de gran relevancia para elaborar un adecuado diagnóstico. El edificio debe ser considerado como una totalidad, de modo que se pueda dar la misma importancia a la estructura no visible plantada sobre el suelo de fundación que a aquella observable ante nuestros ojos.

Se deberá contar con información fidedigna y realizar mediciones de niveles horizontales y verticales de la estructura en forma frecuente y permanente.

No deberíamos perder de vista una tarea pendiente que es la modificación a los Códigos de Diseño actuales, como la Norma Chilena de Diseño Sísmico Nch 433, pues tienen exigencias muy severas, que al ser aplicadas a nuestras edificaciones patrimoniales, las dejan fuera de operación. Tampoco correspondería olvidar el debilitamiento natural de sus estructuras por el simple paso del tiempo. Esto es posible de ser detectado oportunamente con la implementación de revisiones estructurales como mínimo una vez al año a nuestras edificaciones patrimoniales, efectuadas por peritos en restauración estructural.





La confección de pautas o normas referentes a las intervenciones en edificios históricos, deberían tener en consideración los métodos tradicionales de construcción, a veces olvidados, que han dado buenos resultados en la conservación de tipologías constructivas antiguas. (Feilden, 1987: 33)

### 3.3.1.2. Inspección del suelo de fundación

*“Un edificio que carga uniformemente en un terreno uniforme debería asentarse uniformemente”.* (Feilden, 1987: 89) Generalmente la situación bajo tierra permanece estable a través de los años, en contraposición con la superestructura, que pierde gradualmente resistencia por estar expuesta a la intemperie y al deterioro de sus materiales, por los cambios de temperatura cotidianos y las intervenciones humanas no controladas.

Obras adyacentes pueden inducir al deterioro de las cimentaciones en los edificios patrimoniales. Es el caso de las excavaciones profundas para erigir edificios en altura en terrenos colindantes.

Existen casos en que el asentamiento diferencial causa deterioro en las construcciones, lo cual es observable por los hundimientos de suelo en las cercanías de la edificación y por fisuras y deformaciones en los pavimentos, o peor aún por inclinaciones en los paramentos. Cuando las deformaciones en la superestructura sean excesivas se deberá revisar ciertos aspectos sobre y bajo el suelo de fundación. (Feilden, 1987: 90) Las ventajas y costos debidos al reforzamiento de la superestructura, el socalizado y el mejoramiento del suelo deberán ser evaluadas cuidadosamente antes de elegir la correcta intervención. Feilden recomienda tres alternativas para mejorar las condiciones del suelo, debido a hundimientos diferenciales: 1) Sobrecargar el entorno, de modo de impedir levantamientos en suelos colindantes. 2) Extraer agua localmente, de manera de originar una contracción local y por lo tanto un asentamiento diferencial correctivo. 3) drenar el agua o inducir su eliminación. El suelo también puede ser estabilizado mediante inyección a alta presión de elementos que mejoren su composición; el inconveniente es su alto costo y difícil ejecución en terrenos y áreas totalmente edificadas. También es recomendable, previo a la intervención de los suelos con problemas de asentamiento, efectuar estudios sobre los antecedentes geológicos generales de la zona, como por ejemplo, una falla geológica o la presencia de laminación fina en un suelo arcilloso.





### 3.3.2. Intervenciones a la legislación vigente

Las Normas de Construcción deberán incluir criterios de intervención para edificaciones de protección histórica, zonas típicas o en proceso de reconocimiento para ser preservadas. (Feilden, 1987: 101)

Se sugiere una revisión permanente a Planos Reguladores Generales y Locales, especialmente en sectores que contengan edificaciones de protección histórica y zonas típicas. Lo anterior con dos propósitos: uno con el fin de regular el uso, la ocupación de suelo y porcentajes de constructibilidad en esas zonas y otro, con la intención de incorporar el tema de regulación del uso de materiales estructurales compatibles con las edificaciones patrimoniales.

Se recomienda la generación de códigos para la normalización de la propiedad en edificaciones patrimoniales que certifiquen su protección.

En el caso de intervenir estructuralmente los conjuntos en estudio, dado que existiese algún grado de deterioro, deberíamos considerar tres opciones de rehabilitación: la sustitución, el refuerzo o la reparación. El concepto de reparación estructural significa que además de conservar e igualar su material de origen, deberíamos mantener en uso el sistema estructural de su inicio; en cambio el refuerzo significa aumentar su resistencia. Por último la sustitución de un elemento estructural, consiste en una copia del anterior, que no conserva su materialidad original, pues el paso del tiempo ha influido notablemente en su deterioro. Cualquiera de las intervenciones, según los principios del restauro crítico, no deben incurrir en un falso histórico.

En el caso de mejorar la resistencia, especialmente porque la albañilería simple se encuentra aún fuera de normativa, sería recomendable fomentar el uso de refuerzos metálicos. Esta clase de refuerzos secos, tienen mejor compatibilidad que aquéllos líquidos como el hormigón. Este último al aportar mucha mayor rigidez al conjunto lo convierte en un nuevo material vulnerable al colapso sísmico. La intervención con elementos de refuerzo metálico no presenta una agresión a la estructura y es absolutamente reversible, para el caso de futuras acciones sobre la misma.

Recientemente el Colegio de Ingenieros elaboró un anteproyecto de Norma Técnica para la intervención sobre edificaciones patrimoniales en tierra, colapsadas por el terremoto del 27 de febrero de 2010. La presente investigación, persigue entre sus





principales objetivos, la elaboración de una norma para la intervención sobre edificaciones patrimoniales de albañilería de ladrillos, que especialmente contenga refuerzos secos, no agresivos, que causen deterioro irreversible en la estructura portante de las edificaciones patrimoniales.





### 3.4. CONCLUSIONES

#### 3.4.1. Imagen actual versus imagen futura

Los modos de habitar en poblaciones o conjuntos de principios de siglo XX en Ñuñoa, conformaron una vida de barrio muy particular, que se está perdiendo en las nuevas edificaciones. Se observa escasa interacción entre usuarios de grandes edificios; existen escasos vínculos entre vecinos. Dentro de la nueva edificación en Ñuñoa, existe una agrupación de viviendas de máximo tres pisos, que muestra una mejor vinculación entre usuarios. Son los escasos “condominios”, denominados despectivamente: “cités para cuicos”<sup>89</sup> por los estratos bajos de la población. La edificación en altura que rodea los antiguos conjuntos, muestra un estilo de vida de poca integración en las actividades que desarrollan los usuarios con excepción de los edificios que contienen grandes salas de ejercicios y salas de lavado comunes, salas de juegos, “quinchos”<sup>90</sup> y piscinas. En general, se tiende al individualismo y a la poca sensibilidad respecto de la vida de los habitantes que viven en los deslindes de propiedades. Sólo una gran catástrofe logra, en la mayoría de los casos, una mejor relación entre vecinos, pues al parecer, se sienten afectados por un mal en común.

La vida de barrio se mantiene latente en los conjuntos estudiados. Es posible que a través de los Planes de Manejo de las Zonas Típicas creadas (conjuntos Leopoldo Urrutia y Núñez de Arce), sea factible canalizar actividades que relacionen la vida desde el origen de los conjuntos hasta hoy, integrando en un futuro próximo el pasado con el presente.

Barrios como “Bellavista” en la comuna de Santiago, o “Italia”, en comunas de Providencia y Ñuñoa, están generando una interesante atracción turística y de comercio. Antiguas propiedades se están abriendo a la comunidad, mostrando sombrererías (Girardi), peluquerías, centros de estudios de restauración de patrimonio (Arqvitempo), restaurantes, restauración de muebles y bicicletas, etc.

<sup>89</sup> Cuico es un modismo chileno peyorativo que se asocia a personas que practican con afectación el esnobismo y simulan pertenecer a un nivel socio-económico alto. Siendo de este nivel de la sociedad chilena —denominado por los expertos en márketing como segmento ABC1 <http://es.wikipedia.org/wiki/Cuico>

<sup>90</sup> En muchos países sudamericanos el término quincho se aplica a un cerramiento de techo de paja, cuyas paredes pueden ser de diferentes materiales como piedra, ladrillo, madera, bloques, etc. El término parece provenir del idioma nativo quechua y significa cercos o barrera. Probablemente, estos quinchos o cercos estaban confeccionados con paja, aplicándose el término, con el tiempo, también a los techos realizados con este material. [http://es.wikipedia.org/wiki/Quincho\\_\(arquitectura\)](http://es.wikipedia.org/wiki/Quincho_(arquitectura))





Es posible que esas actividades futuras “conectoras” entre pasado y presente, se materialicen prontamente en el Barrio Leopoldo Urrutia, ya que en la respectiva declaratoria de Zona Típica se enuncia las actividades permitidas, así como las prohibidas. Lo mismo está ocurriendo con el conjunto Núñez de Arce, también declarado Zona Típica. El Barrio Elías de la Cruz, declarado Zona de Conservación Histórica, no muestra desintegración del conjunto, probablemente porque las condiciones de edificación para obra nueva son de las mismas características que la construcción existente, por lo cual no es atractivo para inversionistas.

Los dos barrios desprotegidos, la Colmena y Crescente Errázuriz, se han mantenido con una imagen propia y original porque el Plan Regulador vigente prohíbe gran altura, 5 pisos máximo para lotes de 1000 m<sup>2</sup> en el caso de La Colmena y 4 pisos máximo para lotes de 500 m<sup>2</sup> en Crescente Errázuriz. Los terrenos de estos conjuntos presentan poco frente (10 m<sup>2</sup> o menos) además de contar con un pareo en el caso de La Colmena y fachada continua en Crescente Errázuriz. Afortunadamente estas características al parecer han mantenido alejadas a las inmobiliarias, porque tampoco se ha mostrado interés de los dueños por vender sus propiedades.

Es importante mantener en uso la estructura social y política sustentada en la interacción cotidiana de los habitantes de los conjuntos, que responden a la vigencia de los grupos primarios<sup>91</sup>. Estos sectores están cargados de una imagen urbana con características formales, culturales y sociales específicas y atractivas que merecen ser resguardadas. De ahí la importancia en establecer modificaciones a la ordenanza local de modo de reglamentar caso a caso los entornos de los barrios, para que en forma gradual hacia fuera de los conjuntos se permitan edificaciones con mayores densidades. Vale recordar que Ñuñoa copó su territorio rural y sigue siendo una de las comunas con mayores atributos para seducir a los potenciales compradores de vivienda.

La calidad medioambiental observada en los conjuntos en estudio, consolidada en una imagen particular y legible, refleja los deseos, anhelos, necesidades y conductas

<sup>91</sup> Alexander define como grupo primario a la familia, el grupo vecinal de los mayores y el grupo de juego de los niños”  
(Céspedes y Muñoz, 1996: 211)





de sus habitantes. (Céspedes y Muñoz, 1996: 218). La imagen de Ciudad Jardín que inspiró a los diseñadores de los conjuntos en estudio, que sigue siendo el atributo de Ñuñoa, convendrá preservarla en todos sus componentes. Sin embargo, el paso del tiempo produce deterioro, por lo tanto se deberá cuidar la imagen futura en todos los elementos medioambientales que merecen atención:<sup>92</sup>

- Preservación y reposición de especies arbóreas.
- Mejoramiento de veredas. Montserrat Palmer menciona la baldosa al líquido con dos franjas rojas enmarcando la circulación peatonal, característica de los primeros conjuntos del siglo XX. Este pavimento es de fácil reposición y todavía está vigente.
- Generar pavimentos resistentes al tránsito vehicular, sustentables y armónicos con el pavimento de veredas recién citado, elevando el nivel actual de la calzada, de modo de crear una trama en que el peatón privilegie circulación respecto del automóvil.
- Mejoramiento del cableado aéreo de servicios. Se sugiere el cableado subterráneo.
- Rescate del cierre original de los conjuntos.

### 3.4.2. Modelos sismorresistentes

Las construcciones contra terremotos sufrieron cambios a través de siglos. Las modestas edificaciones que observaron los conquistadores españoles al llegar a América eran edificaciones a prueba de sismos. Las rucas mapuches, similares a otras viviendas de la región, estaban constituidas por una estructura de madera en forma de troncos, (uno o dos) sosteniendo la parte alta de la construcción y varillas en dos direcciones, formando un manto desde la cima hasta el suelo. Esta envoltura iba entretejida con paja, hojas y tierra, formando un conjunto de elementos aislantes a cambios de temperatura y ruidos. En la actualidad es posible encontrar rucas en sectores del antiguo Ñuñoa, en Peñalolén, donde se enseña a construir arquitectura ancestral sustentable.

<sup>92</sup> En 3ª parte: El Futuro de los Conjuntos Habitacionales en punto 3.2.3 Lineamientos de Intervención se sugiere un listado de requerimientos.







En el caso que esta arquitectura ancestral llegase eventualmente al colapso, se volvía a levantar fácilmente. Esto a causa de un gran sismo, o inclemencias del clima, como inundaciones o fuertes ráfagas de viento.

Es posible que los incas influyesen en la difusión de su cultura y formas de habitar en los lugares conquistados. Se aprecia en la conformación de pircas de piedra, marcando un camino o división de predios, conservados hasta hoy en Peñalolén.

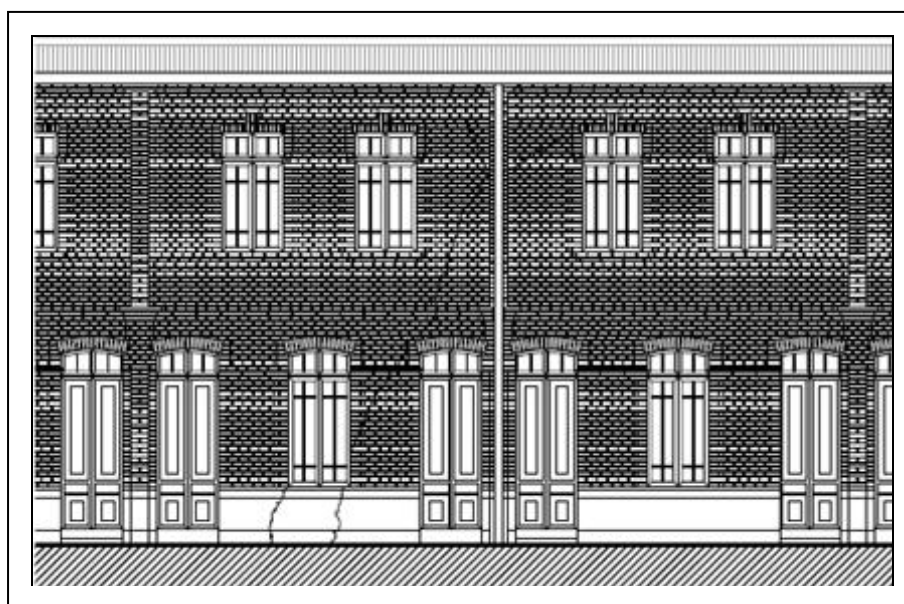
El español que llegó a América incorporó su sistema constructivo, a través de la difusión de los muros de ladrillo para los segmentos acomodados de la época. Sin embargo la edificación ligera se conservó, mutando de rucas a viviendas conformadas por tabiques con piezas de madera rellenas con tierra y paja. Muchas de las llamadas “casas quinta”, ubicadas a lo largo del camino de Ñuñoa (actual avenida Irarrázaval) y del camino de Macul, estaban construidas con este tipo de estructura. Estos muros livianos rellenos con tierra y paja, bastante flexibles y muy resistentes a sismos pasaron a ser los muros interiores de las viviendas de fines de siglo XIX; para muros de deslinde entre propiedades se privilegió el uso de ladrillo, por ser un elemento muy resistente al fuego, con un generoso espesor dado por la mayor dimensión de la pieza de arcilla. Era la época en que la trama urbana tenía como principal característica la fachada continua y los incendios se propagaban fácilmente entre propiedades, salvo que contasen con buenos muros cortafuego. Esta tipología constructiva estructural se utilizó hasta 1927. A partir de 1928 se construyeron en Ñuñoa los conjuntos habitacionales de vivienda económica aislados, pues era la época que en Chile se asimilaba los modelos de ciudad jardín, con la excepción del conjunto Crescente Errázuriz, que mantenía el concepto de fachada continua. A fines de la década de 1930, los segmentos más acomodados difundieron otra tipología constructiva estructural: la albañilería de ladrillo con refuerzos de hormigón armado. Luego se propagó el uso del hormigón armado por sobre otros componentes hasta el día de hoy en que se ha abusado de las bondades de este material.

En la comuna de Santiago existe un conjunto de viviendas “Cité San Diego 924”, ejecutadas con muros interiores y exteriores de albañilería simple de ladrillos, que tuvo un mal comportamiento ante sismos de 1985 y 2010. Este cité, construido





alrededor del año 1920, presentó fractura de algunos muros cortafuego en el sismo de 1985 que no fueron reparados en su tiempo, acrecentando daños luego del terremoto de 2010. Cercano a este conjunto, otro cité construido el año 1912, ubicado frente al anterior, en San Diego 975, de la misma tipología que los conjuntos de la presente tesis, esto es, muros perimetrales en ladrillo y tabiques de madera interiores, no fue afectado por ninguno de los terremotos. Este último grupo de casas presenta la tipología constructiva estructural de los casos estudiados en esta tesis.



**FIG. 3.3,** Cité de San Diego 924. Comuna de Santiago. Grietas en fachada sur. Gran fragilidad de estructura de ladrillo sin dilatación, con muros interiores también de ladrillo. Dibujo de Luis Vargas.2010





**FIG. 3.4,** Cité en San Diego 975, comuna de Santiago. Se observa muros perimetrales de ladrillo. Las divisiones interiores van con estructura de madera rellenas con adobes. No presentó daños en sismos de siglo XX ni XXI. (Imagen propia 2010).

Después de estudiar el comportamiento estructural de las viviendas, se concluye lo siguiente:

- El suelo es un factor preponderante en la resistencia, dada la interacción entre suelo y estructura. Todos los suelos de emplazamiento estudiados son tipo B. (Ver Informe estructural completo en Anexo de cada uno de los conjuntos)
- La flexibilidad de los tabiques interiores de madera impide punzonamiento en muros perpendiculares perimetrales de ladrillo y acorta la luz en la flexión lateral.
- El modelo resiste sismo de acuerdo a normativa vigente, sin la colaboración de armaduras intermedias exigida por el código actual, pero la mayoría de casos estudiados señala que es necesario agregar una armadura de diámetro 10 mm en cada borde de muro de ladrillo.
- Los ladrillos y morteros utilizados son de calidad superior a los usados en la actualidad. Es una deducción porque no se observan daños visuales en los muros de la mayoría de casos estudiados. Los que fallaron acusaron intervenciones de dudosa calidad.
- Las fundaciones aportan una excelente continuidad entre el suelo y los muros; lo demuestra el estado actual de los muros sin daños, pues la estructura se encuentra a la vista exteriormente.





- La ejecución de obras de la época de construcción de los conjuntos, año 1928 a 1930, se regía por una controlada inspección municipal, ahora ausente en normativa, entregada a supervisores privados.





## Glosario

PLADECO: Plan de Desarrollo comunal *“es el principal instrumento de planificación y gestión de la organización municipal. Su propósito es contribuir a una administración eficiente de la Comuna y promover iniciativas de estudios, programas y proyectos destinados a impulsar el progreso económico, social y cultural de sus habitantes”*. (<http://www.eclac.cl/dmaah/noticias/paginas/8/46078/PLADECO.pdf>)

Apartado: *“capítulo parte de un texto que trata un tema específico o concreto”* (<http://es.thefreedictionary.com/apartado>)

Densidad habitacional: *“denominada población relativa (para diferenciarla de la absoluta, la cual simplemente equivale a un número determinado de habitantes de cada territorio), se refiere al número promedio de habitantes de un área urbana o rural en relación a una unidad de superficie dada”*. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Densidad\\_de\\_poblaci%C3%B3n](http://es.wikipedia.org/wiki/Densidad_de_poblaci%C3%B3n))

Fondart: *“El Fondo Nacional de Desarrollo Cultural y las Artes o FONDART es un fondo concursable administrado por el Consejo Nacional de la Cultura y las Artes del Gobierno de Chile, creado el año 1992 y con el objetivo de financiar creaciones artísticas de toda índole, tanto a nivel regional como nacional”*. ([http://es.wikipedia.org/wiki/Fondo\\_Nacional\\_de\\_Desarrollo\\_Cultural\\_y\\_las\\_Artes](http://es.wikipedia.org/wiki/Fondo_Nacional_de_Desarrollo_Cultural_y_las_Artes))

Infraestructura: *“es el conjunto de elementos o servicios que están considerados como necesarios para que una organización pueda funcionar o bien para que una actividad de desarrollo efectivamente”*. (<http://www.definicionabc.com/general/infraestructura.php>)

Ministerio: *“Cada uno de los departamentos en que se divide el gobierno de un Estado”*. (<http://www.wordreference.com/definicion/ministerio>)

Viabilidad: *“Posibilidad de llevarse a cabo un plan o proyecto”*. (<http://es.thefreedictionary.com/viabilidad>)

Zona de conservación histórica: *“área o sector identificado como tal en un Instrumento de Planificación Territorial, conformado por uno o más conjuntos de inmuebles de valor urbanístico o cultural cuya asociación genera condiciones que se quieren preservar”*. (<http://www.modulor.cl/leyes/oguc/contenido%20oguc/oguc20.html>)





#### 4ª PARTE: BIBLIOGRAFÍA

**AGUIRRE, Beatriz. (2005)** *“Espacio público y arte cívico en santiago 1930-1950”*. En Revista electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen II N° 6. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje. Santiago de Chile: Universidad Central de Chile.

**AGUIRRE, Beatriz y CASTILLO, Simón. (2004)** *El Espacio Público Moderno, Sueños y Realidades de Karl Brunner en Santiago de Chile (1929-1934)*. Santiago de Chile: Universidad Central.

**AGUIRRE, Beatriz y RABÍ, Salím (2000).** *“Trayectoria Institucional de la Corvi”*. Ministerio de Vivienda y Urbanismo. Investigaciones Universidad Central. Santiago de Chile. ¿2000? Disponible en:

[http://www.ucentral.cl/fid/pdf/el\\_paradigma\\_dt9.pdf](http://www.ucentral.cl/fid/pdf/el_paradigma_dt9.pdf)

**AGUIRRE, Carlos, ARIAS, Santiago, ASTROZA, Maximiliano (y otros) (1993).** *Ingeniería Sísmica. El caso del Sismo del 3 de Marzo de 1985*. Santiago de Chile: (1993) Instituto de Ingenieros de Chile y HACHETTE. Ediciones pedagógicas chilenas S. A. y Ediciones Dolmen (Ex HACHETTE).

**ALVAREZ A., Raúl Alonso (1996).** *Daños por sismo en estructuras. Guía para evaluación*. Documento 13077. Capítulo 10. Estructuras de madera. Universidad Autónoma de Nicaragua- León. 1996. Disponible en:

<http://desastres.unanleon.edu.ni/pdf2/2005/abril-mayo/parte1/pdf/spa/doc13077/doc13077-g.pdf>

**AMBROSE, James. (1998)** *Estructuras*. México: LIMUSA, NORIEGA EDITORES.

**ANDUAGA, Magda, DUARTE, Patricio y SAHADY, Antonio. (1996)** *Patrimonio Arquitectónico de la Comuna de Independencia*. Santiago de Chile: Publicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. LOM ediciones.





**ARAYA Mena, Jorge (2010).** *La ingeniería en Chile después del sismo y tsunami del 27 de febrero de 2010*. Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile. A.G., AIC. Santiago de Chile. Disponible en: <http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=432&tip=4&xit=la-ingenieria-en-chile-despues-del-sismo-y-tsunami-del-27-de-febrero-de-2010>

**AYLWIN, José. (2005).** *“Pueblos indígenas de Chile. Antecedentes históricos y situación actual”* Instituto de Estudios indígenas. Universidad de La Frontera. Serie de Documentos N° 1. 25 páginas. CEME. Disponible En: [http://www.archivochile.com/Pueblos\\_originarios/hist\\_doc\\_gen/POdocgen0004.pdf](http://www.archivochile.com/Pueblos_originarios/hist_doc_gen/POdocgen0004.pdf)

**AYMONINO, Carlo. (1983)** *El significado de las ciudades*. Madrid: Editorial Blume.

**BAERISWYL, Dante. (2001)** *Arquitectura en Punta Arenas, Primeras edificaciones en Ladrillos. 1892-1935*. Magallanes: Fondo Regional de la Cultura, las Artes y el Patrimonio de Magallanes y Antártica Chilena. Talleres de la prensa austral.

**BARÓN, Ana María. (2005)** *Huellas en el Desierto*. Patrimonio Cultural en la Zona del Proyecto Alma. Santiago de Chile: Printas S. A.. Disponible en: <http://www.eso.org/public/archives/books/pdfsm/libroalma.pdf>

**BARRIENTOS, Marco, IBARRA, Macarena y PÉREZ OYARZÚN, Fernando. (2011)** *“Los sismos y su disciplina. La construcción de una catedral”*. ARQ (Santiago) n° 77 Santiago de Chile, p. 16 - 21. Versión ISSN 0717-6996. Santiago de Chile. Disponible en: [http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-69962011000100003&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0717-69962011000100003&script=sci_arttext)

**BARROS ARANA, Diego. (1913).** *Un Decenio de la Historia de Chile. 1841-1851*. Tomo Segundo. Encuadernación Barcelona. Santiago de Chile.

**BAZAN Enrique y MELI, Roberto. (1996)** *Diseño Sísmico de Edificios*. LIMUSA NORIEGA EDITORES.







**BOZA D. Cristián y DUVAL V. Hernán (1982)**, *Inventario de una Arquitectura Anónima*. Ed. Lord Cochrane, Santiago de Chile,

**BRIEVA, Amador y BASTÍAS, Lione. (1977)** *Ordenanza General de Construcciones y Urbanización*. Colección textos legales Nº 42. Editorial Jurídica de Chile.

**CÁCERES Quiero, Gonzalo (1995)**. *“Modernización Autoritaria y Renovación del Espacio urbano”*. Santiago de Chile 1927-1931. Tesis de Licenciado en Historia. Universidad Católica de Chile. Santiago.

**CAMPBELL, James y PRYCE, Will. (2004)** *LADRILLO historia universal*. BLUME. Singapur.

**CARRIÓN, Fernando (2002)**, “Centri storici e attori patrimoniali”, *La città inclusiva*. Ed. Franco Angeli, Milán

**CARRO, Alejandra. (1996)** *La Colonia del Sacramento*. Patrimonio de la Humanidad. Agrigento Ediciones. Fundación Acac. Ministerio de Turismo del Uruguay.

**CASTILLO, Simón. (2006)** *“Urbanismo y Autonomía Municipal. Tres momentos de los centros cívicos de Santiago de Chile (1900-1955)”*. En Revista electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen III Nº 7. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje. Universidad Central de Chile. Santiago. Chile.

**CATALÁN, María Luisa (2009)**. Los arquitectos de Ñuñoa. Mi Ñuñoa. Historia de la Comuna de Ñuñoa. Disponible en:

<http://minunoa.blogspot.com/2009/02/blog-post.html>

**CENSO 2012**. Resultados preliminares censo de población y vivienda 2012. Instituto Nacional de estadísticas. Chile. Francisco Labbé Opazo, Director. Santiago de Chile. Disponible en:





[http://www.censo.cl/2012/08/resultados\\_preliminares\\_censo\\_2012.pdf](http://www.censo.cl/2012/08/resultados_preliminares_censo_2012.pdf)

**CÉSPEDES, Rafael y MUÑOZ, Ángel (1996).** *“Imagen Urbana Ñuñoa Residencial”*. Seminario de Título 5º año. Facultad de Arquitectura y Urbanismo Universidad de Chile. Santiago.

**COLEGIO DE INGENIEROS DE CHILE A. G (2010).** La edificación Patrimonial. Bases Técnicas y Entorno Constructivo. Anteproyecto de Norma Técnica. NTM 002 Estructuras: Proyecto de intervención estructural de construcciones patrimoniales de tierra.

**COLLINS, George y COLLINS, Christiane. (1980)** *Camilo Sitte y el Nacimiento del Urbanismo Moderno*. Editorial Gustavo Gili, Barcelona.

**COMUNIDAD ECOLOGICA DE PEÑALOLEN (2009)** PATRIMONIO EN PEÑALOLÉN: *“Ruca Mapuche”*.. Santiago de Chile. Disponible en:

<http://comunidadecologicapenalolen.bligoo.com/content/view/463414/Patrimonio-en-Penalolen-Ruca-Mapuche.html>

## **CONSEJO DE MONUMENTOS NACIONALES**

**(2009).** Instructivo de intervención para la Zona Típica *“Población para suboficiales de la Escuela de Aplicación de Caballería”*. Gobierno de Chile. Ñuñoa, Santiago.

**(2010).** *“Propuesta Metodológica de Protección Integral para Barrios e Inmuebles en la Comuna de Ñuñoa”*. Ñuñoa. Disponible en:

[http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto\\_1133.pdf](http://www.dibam.cl/dinamicas/DocAdjunto_1133.pdf)

**CORMA, (2007).** Centro de Transferencia Tecnológica. Unidad 9 Entramados horizontales.

**CORVALÁN, José, CHARRIER, Reynaldo y otros. (1990)** *El Sismo de Marzo 1985. Chile*. Joaquín Monge, coordinador general. Departamentos de Ingeniería Civil, IDIEM, Geología y Geofísica, Facultad de Ciencias físicas y Matemáticas Universidad de Chile. Acero Comercial S.A.





**CRUZ, Ernesto, HIDALGO, Pedro, LUDERS, Carl, RIDDELL, Rafael y otros. (1988)** *Lecciones del Sismo del 3 de Marzo de 1985*. Editado por Luders y Vásquez. Publicado por el Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón. Santiago de Chile.

**CULEN, Gordon. (1981)** *El Paisaje Urbano*. Editorial Blume. Barcelona.

**CHILE. Com.** Recorriendo Chile. Municipalidad de Santiago. S/f. Disponible en:  
[http://www.chile.com/secciones/ver\\_seccion.php?id=106030](http://www.chile.com/secciones/ver_seccion.php?id=106030)

**CHOAY, Françoise. (1976)** *El Urbanismo. Utopías y Realidades*. Editorial LUMEN. Barcelona.

**CHOISY, Auguste. (1944)** *Historia de la Arquitectura*. Volumen II. Ed. Víctor Leru. Buenos Aires.

**DECLARATORIA (2007)** Zona Típica Población para Suboficiales de la Escuela de Aplicación de Caballería. Ñuñoa, Santiago de Chile.

**DELFIN, F., ASTROZA, M., AGUILA, y V., SEPULVEDA, L. (1991)** *Evaluación de la Eficiencia de Soluciones de Reparación para Muros con Daños del Tipo Sísmico en Muros de Albañilería Confinada*, Memorias primer Congreso latinoamericano de Patología de la Construcción y III de Control de Calidad, Córdoba, Argentina.

**DE LA TORRE, Oscar, MIRANDA, Eduardo y GARCÍA, Francisco. (1990).** *Edificaciones de Mampostería para Vivienda*. Fundación ICA, Estados Unidos Mexicanos y Sociedad Mexicana de Ingeniería Estructural, A. C. México.

**DE RAMÓN, A. (1985)**, "Vivienda", en Armando de Ramón y Patricio Gross (Comp.), Santiago de Chile, Características Histórico Ambientales, 1891-1924. Londres, Monografías de Nueva Historia, pp. 79-93.





**DIBAM, CNCR Y CMN (2008).** Centro Cultural de España “*Propuesta Metodológica de Protección Integral para Barrios e Inmuebles en la comuna de Ñuñoa*”. Seminario Taller Gestión Territorial y Patrimonio Cultural- Oportunidades y desafíos.

**ELIASH DÍAZ, Humberto, MORENO GUERRERO, Manuel. (1989).** *Arquitectura y Modernidad en Chile*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

**ENCINA, Francisco. Leopoldo. (1964)** *Resumen de la Historia de Chile*. Redacción, iconografía y apéndices de Leopoldo Castedo. Tomos I, II y III. Empresa Editora Zig-Zag. Santiago de Chile.

**ENGEL, H. (2001)** *Sistemas de Estructuras*. Gustavo Gili. Barcelona.

**ESCRIG, Félix.(2004)** *Características Mecánicas de las obras de Fábrica*. STAR 10. Structural Architecture, Capítulos 1 al 6

**FLORES, Rodrigo. (1993)** *Ingeniería Sísmica*. Instituto de Ingenieros de Chile. Santiago de Chile.

**FEILDEN, Sir Bernard M.(1987)** *Between Two Earthquakes: Cultural Property in Seismic Zones*. Ed. ICCROM, Roma, Italia.

**GALLO, Gabriel, ESPINO, Luis y OLVERA, Alfonso. (1999).** *Diseño Estructural de casas habitación*. Ed McGraw-HILL. México.

**GARCÍA, Belén. (2000)** Editora *Arquitectura Sísmica. Prevención y Rehabilitación*. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

**GASCÓN, Margarita y FERNÁNDEZ, Esteban (2001)** “*Terremotos y Sismos en la evolución urbana de Hispanoamérica. Ejemplos coloniales y estudios de caso*”.

INCIHUSA - Centro Regional de Investigaciones. CRICYT Edita: Instituto Juan de Herrera. Mendoza (Argentina). Disponible en:

<http://habitat.aq.upm.es/boletin/n16/aefer.html>





**GONZÁLEZ LÓPEZ, Eduardo. (2002)** *"Las utopías urbanas"*, en Urbs. Net / La revista. ISSN 15.759.415. Director Enrique Sánchez Goyanes. Año III. Nº 19 – 20. Septiembre. Disponible en: [haddapazmino.blogspot.com/p/la-ciudad.html](http://haddapazmino.blogspot.com/p/la-ciudad.html) y también en: [www.urbs.net/urbanismo/urbsnet18.doc](http://www.urbs.net/urbanismo/urbsnet18.doc)

**GONZÁLEZ-VARAS, Ignacio. (1999)** *Conservación de Bienes Culturales*. Teoría, historia, principios y normas. Ediciones Cátedra. Madrid. 2005.

**GORDON, J. E.** *Estructuras o por qué las cosas no se caen*. Celeste Ediciones. Madrid.

**GYMPEL, Jan. (1996)** *Historia de la Arquitectura*. De la antigüedad a nuestros días. Könemann. China.

**GUZMÁN, Euclides.**

**(1990)** *Curso Elemental de Edificación*. Tomo Segundo. Publicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Impreso en J & C. Productores. Santiago de Chile.

**(1992)** *Índice Técnico de materiales de Edificación*. ITM. Tomos I y II. Plomada Ediciones. Segunda edición. Santiago de Chile.

**HEYMAN, Jacques.**

**(1995)** Edición a cargo de Santiago Huerta Fernández. *Teoría, historia y restauración de Estructuras de fábrica*. Colección de ensayos. Instituto Juan de Herrera. Madrid.

**(1995)** *El esqueleto de piedra*. Mecánica de la arquitectura de fábrica. CEHOPU, CEDEX, Ministerio de Fomento e Instituto Juan de Herrera. Madrid.

**HIDALGO, Rodrigo (2002).** *"Vivienda social y espacio urbano en Santiago de Chile. Una mirada retrospectiva a la acción del Estado en las primeras décadas del siglo XX"*. Eure, Mayo 2002. Revista Eure (Vol. XXVIII, Nº 83), pp. 83-106, Santiago de Chile, mayo 2002 Disponible en:

[http://www.eure.cl/wp-content/uploads/2002/05/EURE\\_83\\_05\\_HIDALGO.pdf](http://www.eure.cl/wp-content/uploads/2002/05/EURE_83_05_HIDALGO.pdf)





**HIDALGO, Rodrigo. SÁNCHEZ, Rafael. (2006)** *“La Ciudad con ojos de Autoridad”*. El Plan de Reforma de Santiago del Intendente José Miguel de la Barra 1843-1849”. Instituto de Geografía. Pontificia Universidad Católica de Chile. Scripta Nova. Revista electrónica de Geografía y Ciencias Sociales. Universidad de Barcelona. ISSN: 1138-9788. Depósito Legal: B. 21.741-98. Vol. X, núm. 218 (31), 1 de agosto de 2006. Disponible en:  
<http://www.ub.edu/geocrit/sn/sn-218-31.htm>

**HSIEH, Yuan-Yu. (1973)** *Teoría Elemental de Estructuras*. Prentice-Hall Hispanoamericana, S.A. México.

**IDENTIDAD Y FUTURO.** Pensadores. 09/06/2011. *“Gabriela Mistral, Breve descripción de Chile”*. Conferencia dada en Málaga, España. Sacado de: “Recados contando a Chile”. Alfonso M. Escudero (comp.), Santiago de Chile, Ed. Del Pacífico, 1957, pp. 120 - 133 Disponible en:  
<http://identidadyfuturo.cl/2011/06/gabriela-mistral-breve-descripcion-de-chile/>

#### **INSTITUTO NACIONAL DE NORMALIZACION (INN-CHILE)**

**(1977)** NCh 431 Of.77 Sobrecargas de Nieve.

**(2003)** NCh 2123 Of.1997 Modificada en 2003 Albañilería confinada - Requisitos de diseño y calculo

**(2006)** NCh 1198 Of. 2006 Construcciones en madera - cálculo.

**(2009)** NCh 433 Of.1996 Modificación 2009. Diseño Sísmico en Edificios.

**(2009)** NCh 1537 Of.2009 Diseño Estructural - Cargas permanentes y cargas de uso.

**(2009)** NCh 1928 Of.1993 Modificada en 2009 Albañilería armada - Requisitos para el diseño y calculo.

**(2010)** NCh 432 Of.2010 Diseño Estructural - Cargas de Vientos.

**(2011)** NCh 433 Of.1996 Modificación 2011. Diseño Sísmico en Edificios.

#### **INTERNATIONAL ASSOCIATION FOR EARTHQUAKE ENGINEERING (IAEE)**

Japan and NATIONAL Information Center of Earthquake Engineering (NICEE) India.  
*“Conceptos y daños en edificaciones de autoconstrucción\_ Edificios de ladrillo”*.  
Disponible en:





[http://ingenieria.peru-v.com/documentos/Conceptos\\_danos\\_edificaciones\\_autoconstruccion.pdf](http://ingenieria.peru-v.com/documentos/Conceptos_danos_edificaciones_autoconstruccion.pdf)

**LA SEGUNDA On Line.** Diario de fecha 31 de Agosto de 2012. Santiago de Chile 2012. Disponible en:

<http://www.lasegunda.com/Noticias/Nacional/2012/08/777243/Poblacion-de-Chile-seria-menor-a-lo-estimado-chilenos-serian-solo-16-millones-500-mil-personas>

**LABORDE, Miguel. (1987)** *Templos Históricos de Santiago*. Ediciones El Mercurio. Santiago de Chile.

**LEÓN ECHAÍZ, René. “Ñuñohue”. (1972)** *Historia de Ñuñoa, Providencia y La Reina*. Editorial Francisco de Aguirre. Buenos Aires.

**MANN, Patricio. (1972)** *Los terremotos chilenos*. Libro primero y libro segundo. Colección nosotros los chilenos. Libros 15 y 16. Empresa editora Nacional Quimantú Limitada. Santiago de Chile.

**MARCHETTI, Raúl y BEAS, Verónica.**

**(1988)** *Albañilerías*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Santiago de Chile. 91 páginas.

**(1990)** *Suelos y fundaciones*. Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Santiago de Chile

**MARZIANO, Sandro. (2000)** *La cuarta dimensión en la arquitectura*. Teoría e historia de la restauración. Autor-Editor genérico. Santiago de Chile.

**MATUS, Christian (2009)** « La cultura urbana y los estilos de vida en la revitalización de un barrio patrimonial del centro histórico de Santiago. El caso Lastarria – Bellas Artes. Doctorado en Arquitectura y Estudios Urbanos.

**McCORMAN, Jack y NELSON, James. (2002)** *Análisis de Estructuras*. Método Clásico y Matricial. ALFAOMEGA GRUPO EDITOR. México.







**MELI, Roberto. (1998)** *Ingeniería Estructural de los Edificios Históricos*. Fundación ICA S.A. México. **MERINO, Roberto.** “Santiago de memoria”. Municipalidad de Santiago y Corporación del Patrimonio Cultural. Editorial Planeta Chilena S. A. Santiago de Chile.

**MELI, Roberto, SÁNCHEZ, Tomás y otros. (1999)** *Curso sobre Diseño y Construcción Sismorresistente de estructuras*. CENAPRED, JICA. México.

**MENA, Jorge (2010)** “*La ingeniería en Chile después del sismo y tsunami del 27 de febrero de 2010*”. Asociación de Empresas Consultoras de Ingeniería de Chile. A.G., AIC. Santiago de Chile. Disponible en:

<http://www.emb.cl/construccion/articulo.mvc?xid=432&tip=4&xit=la-ingenieria-en-chile-despues-del-sismo-y-tsunami-del-27-de-febrero-de-2010>

**MENSURAS DE GINÉS DE LILLO. (1942)** Edición de la Sociedad Chilena de Historia y Geografía.

**METAPOLIS. NET e- magazine (2009).** Hacer y hacerse partícipe. Editores Contacto Blog. Santiago de Chile.

**MORA, Álvaro. (2001)** *Monumentos Nacionales y Arquitectura Tradicional*. Región Metropolitana- Chile. Nova Gráfica S.A. Intendencia de Santiago. Departamento de Arquitectura, Ilustre Municipalidad de Santiago, Banco del Estado de Chile. Santiago de Chile.

**MORENO Natalia (2005).** Seminario de Investigación profesor Marco Valencia. “Barrios de Santiago: ¿Ruptura o continuidad? Universidad Central. Santiago de Chile. Disponible en:

[http://www.ucentral.cl/fid/trabajos\\_estud\\_seminarios/seminarios05\\_modulo\\_10/natalia\\_moreno.pdf](http://www.ucentral.cl/fid/trabajos_estud_seminarios/seminarios05_modulo_10/natalia_moreno.pdf)

**MORENO F. Osvaldo (2009),** Problemática ambiental urbana y desarrollo sustentable en Chile Apuntes y consideraciones desde una larga y angosta faja de





tierra. Revista Electrónica DU&P. Diseño Urbano y Paisaje Volumen VI N°17. Centro de Estudios Arquitectónicos, Urbanísticos y del Paisaje. Universidad Central de Chile. Santiago, Chile.

**MUNICIPALIDAD DE SANTIAGO (2012).** Plan de Salud. Dirección de salud. Disponible en:

<http://intranet.munistgo.cl/integridad/web2/file/tei/SALUD/PLAN%20DE%20SALUD%202012%20IMS%20version%20231211.pdf>

### **MUNICIPALIDAD DE ÑUÑO A**

**(2009)**, Secretaria Comunal de Planificación, PLAN DE DESARROLLO COMUNAL (PLADECO) Plan del Bicentenario PLADECO 2009 – 2015.

**(2007)** Ordenanza local (actualizado 2007). Plan Regulador Comunal de Ñuñoa. Aprobado por decreto N° 129 del 27 de Octubre de 1989. Ministerio de la Vivienda y Urbanismo y modificaciones posteriores. Texto refundido.. Disponible en:

[http://www.nunoa.cl/media/plano\\_regulador/ordenanza\\_nov2007.pdf](http://www.nunoa.cl/media/plano_regulador/ordenanza_nov2007.pdf)

**NASH, William. (1991)** *Resistencia de Materiales*. McGRAW-HILL. México.

**NUEVA ENCICLOPEDIA PLANETA. (1988)** Edit. Planeta Internacional, S.A. Barcelona.

**OFICINA ESTATAL DE CONSERVACIÓN HISTÓRICA OECH. (2011).**

Disponible en:

[http://www2.pr.gov/presupuestos/presupuesto2011-2012/Ponencias/Oficina%20Estatl%20de%20Conservaci%C3%B3n%20Hist%C3%B3rica%20%20OECH%20\(Ponencia%20Senado\).pdf](http://www2.pr.gov/presupuestos/presupuesto2011-2012/Ponencias/Oficina%20Estatl%20de%20Conservaci%C3%B3n%20Hist%C3%B3rica%20%20OECH%20(Ponencia%20Senado).pdf)

**ORTEGA, Oscar, ANDUAGA, Magda, MIRANDA, Carlos, PIROTTE, Silvia, RIQUELME, Fernando y SAHADY, Antonio (1976).** *Guía de la Arquitectura en Santiago*. Publicación de la Facultad de Arquitectura y Urbanismo de la Universidad de Chile. Santiago de Chile.





**PALMER, Montserrat. (1984)** *La comuna de Providencia y la ciudad jardín*. Un estudio de los inicios del modelo de crecimiento actual de la ciudad de Santiago. Ediciones Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

**PÉREZ O. Fernando, BENAVIDES, Juan y otros. (2000)** *14 Iglesias de Santiago de Chile*. Vicerrectoría Académica, Ediciones Universidad Católica de Chile y Ediciones ARQ de la Pontificia Universidad Católica de Chile. Serie Arte- Colección Patrimonio Volumen 1. Santiago de Chile.

**PIROTTE, Silvia y MONTANDÓN, Roberto. (1998)** *Monumentos Nacionales de Chile*. 225 fichas. Ministerio de Educación, Consejo de Monumentos Nacionales. Ministerio de Obras Públicas, Dirección de Arquitectura. Imprenta Biblioteca Nacional. Santiago de Chile.

**RABASA, Enrique (2000).** *Forma y Construcción en Piedra*. De la Cantería Medieval a la estereotomía del siglo XX” Akal Ediciones. Madrid.

**RETAMAL Ávila, Julio (2000).** *Testamentos de indios en Chile colonial*. RIL Editores. Edita y distribuye Universidad Andrés Bello. Santiago de Chile.

**RIDDELL, Rafael e HIDALGO, Pedro**

**(1997).** *Diseño Estructural*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

**(2001).** *Fundamentos de Ingeniería Estructural para estudiantes de Arquitectura*”. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

**RIQUELME, Fernando (1996).** *La arquitectura de Luciano Kulczewski*. Ediciones ARQ. Pontificia Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

**RODRÍGUEZ Villegas, Hernán, CAMPOS Menéndez, Enrique (1983).** *Palacio de La Moneda*. Colección Chile y su Cultura. Ediciones de la Dirección de Bibliotecas, Archivos y Museos (DIBAM). Ministerio de Educación Pública.





**ROJAS, Octavio (2006).** *“Tectónica del territorio Chileno”*. Facultad de Arquitectura-Urbanismo- Geografía. Universidad de Concepción. Concepción, Chile. Disponible en: <http://www2.udec.cl/~ocrojas/tectonicadechile.pdf>

**RUANO Miguel (1999).** *Ecourbanismo*. Entornos urbanos sostenibles: 60 proyectos. Editorial Gustavo Gili, S.A. Barcelona.

**RUIZ, Jorge, SÁNCHEZ, Tomás y ALCÓCER, Sergio (1998).** *“Rehabilitación de muros de mampostería confinada mediante malla de alambre y recubrimiento de mortero”*. División de Estudios de Postgrado, Facultad de Ingeniería, UNAM. México, D.F. Centro Nacional de Prevención de Desastres. Páginas 880 a 889. Disponible en:

[http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca\\_virtual/doc002/CONGRESOS/Ruiz\\_XI CNIE.pdf](http://www.capac.org/web/Portals/0/biblioteca_virtual/doc002/CONGRESOS/Ruiz_XI_CNIE.pdf)

**SABAT, Pedro (2000).** *Las Huellas del Tiempo*. Historia de Ñuñoa. Publicaciones Nuevo Extremo. Santiago de Chile.

**SABATINI, Francisco (1999).** *“Crítica a la cultura antiurbana”*. Págs. 25 – 37. CIUDAD Y CALIDAD DE VIDA PONENCIA CENTRAL. REVISTA AMBIENTE Y DESARROLLO. Marzo/Junio 1999. Vol. XV Nº 1 y 2. Edición especial: Anales del 6º Encuentro Científico sobre el Medio Ambiente. 160 Págs. Santiago de Chile. Disponible en:

<http://www.cipma.cl/web/200.75.6.169/RAD/1999-1y2.html>

**SAN BARTOLOMÉ, Ángel (1994) .** *Construcciones de Albañilería*. Comportamiento Sísmico y Diseño Estructural. Pontificia Universidad Católica del Perú. Fondo Editorial. Disponible en:

[http://biblioteca.pucp.edu.pe/docs/elibros\\_pucp/san\\_bartolome\\_angel/constr\\_albanileria.pdf](http://biblioteca.pucp.edu.pe/docs/elibros_pucp/san_bartolome_angel/constr_albanileria.pdf)

**SÁNCHEZ SÁNCHEZ, J. (2004)** *“Proceso para el análisis de estructuras antiguas con el programa de elementos finitos SAP2000*. Star, Structural Architecture. Nº 10 pp 87-97. Sevilla.





**SÁNCHEZ, T. A. (1998)** *Comportamiento de Estructuras de Mampostería Confinada Sujetas a Cargas Laterales*, Tesis de Maestría, División de Estudios de Posgrado de la Facultad de Ingeniería, Universidad nacional Autónoma de México, 212pp.

**SARRAZÍN, Mauricio. (1985)** *Regulaciones Sismorresistentes. El sismo de marzo de 1985*. Acero Comercial S.A. Empresa grupo CAP. Santiago de Chile.

**SCARRE, Chris. (2008)** *Las setenta maravillas del mundo antiguo*. Art. Blume, S.L. Barcelona.

**SITTE, Camilo. (1926)** *Construcción de Ciudades*, según principios artísticos. Editorial Canosa. Barcelona.

**TORRENT, Horacio (2010).** *“Patrimonio Moderno y el desafío del terremoto”*. Plataforma Arquitectura.. Disponible en:  
[www.plataformaarquitectura.cl/.../patrimonio-moderno-y-el-desafio-...](http://www.plataformaarquitectura.cl/.../patrimonio-moderno-y-el-desafio-...)

**TRACHTENBERG, Mervin. y HYMAN, Isabelle. (1998)** «Arquitectura». Akal.

**TREBBI DEL TREVIGNIANO, Rómolo. (1980)** *Desarrollo y Tipología de los conjuntos rurales en la Zona Central de Chile siglos XVI-XIX*. Ediciones Nueva Universidad. Santiago de Chile.

**TRONCOSO JORGE. (1997)** *Fundamentos de Ingeniería Geotécnica Antisísmica*. Ediciones Universidad Católica de Chile. Santiago de Chile.

**VEAS, Verónica y MUÑOZ Gabriela (2007).** *“008 Albañilerías”*. Apuntes FAU. Arquitectura Universidad de Chile. [PDF]  
 [\(Microsoft PowerPoint - 7 Alba361iler355as\) - U-Cursos](http://microsoftpowerpoint-7alba361iler355as-u-cursos) Disponible en:  
<https://www.u-cursos.cl/fau/2007/1/AO505/1/material.../447366>

**VICUÑA MACKENNA, Benjamín. (1970)** *El Clima de Chile*. Ensayo histórico. Editorial Francisco de Aguirre. Buenos Aires.





**VILLASUSO, Bernardo.**

**(1997)** *La madera en la arquitectura*. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.

**(1998)** *Estructuras de madera*. Diseño/ Cálculo por computadora. Editorial El Ateneo. Buenos Aires.

**ZAÑARTU, Sady. (1975)** *Santiago Calles Viejas*. Santiago de Chile: Editora Nacional Gabriela Mistral Ltda.





## 5ª PARTE: ANEXO

### 5.1. LOS SISMOS Y LA CONSTRUCCIÓN EN CHILE

#### 5.1.1. Introducción.

El objetivo de la sismología es estudiar los fenómenos sísmicos. La corteza terrestre soporta continuamente leves movimientos de trepidación, conmoción u oscilación, registrables únicamente por instrumentos de gran sensibilidad. Cuando se presentan con mayor intensidad, con sacudidas bruscas y repetidas que producen efectos sobre los objetos, el hombre puede percibirlas. Sean leves o intensos estos movimientos se conocen con el nombre de sismos o seísmos. Cuando son inapreciables por el hombre se denominan microsismos, si originan daños sobre enseres y construcciones se llaman macrosismos y si causan destrucción sobre edificios, ciudades y gran cantidad de víctimas se les conoce como megasismos. Los macrosismos y megasismos son conocidos como terremotos.<sup>93</sup> Los terremotos figuran entre las experiencias más traumáticas producidas por la naturaleza; causan efectos psicológicos sobre las personas, en ocasiones de larga duración.

Los terremotos han producido devastación, muerte y graves trastornos en la economía de los países, por el daño a las personas, medio ambiente y construcciones.

Los grandes sismos ocurren con mayor frecuencia en lugares específicos llamados zonas de alta probabilidad, aunque teóricamente es factible que se produzca un gran sismo en cualquier parte de la tierra. (Ambrose, 1998: 571)

Los efectos de mayor destrucción sobre las edificaciones durante un sismo, son los causados por movimientos de dirección paralela a la superficie del suelo, por esta razón, para fines de diseño, generalmente se considera una fuerza horizontal,

<sup>93</sup> <http://www.terra.es/personal/agmh25/volcanes/sismo1.htm>







parecida a la acción del viento, ya que sería mucho más destructiva que una acción vertical, para la cual la edificación ya habría sido calculada en función de sus cargas de gravedad.

Chile está situado en el denominado Cinturón de Fuego del Pacífico, zona de subducción, lugar en que se enfrentan contra la placa continental de América del Sur, las placas oceánicas de Nazca y Pacífico Antártico. (Flores, 1993: 9). Los grandes terremotos en Chile están asociados a estas regiones de ruptura, en que las placas se desplazan, con una velocidad media de 9 cm/año. (Flores, 1993: 46).<sup>94</sup>

### **Efecto de los sismos en las construcciones**

Aunque los sismos puedan ocasionar movimientos del suelo perjudiciales de varios tipos, interesa la acción de éstos sobre las edificaciones. Por lo tanto tiene gran importancia la resistencia de la construcción a la oscilación o sacudida que debiera enfrentar durante y después del movimiento. El efecto de una fuerza provocada por un sismo sobre una estructura, es directamente proporcional al peso muerto sustentado por la misma. Este peso además determina, en parte, el carácter de respuesta dinámica de la estructura. En la respuesta de la estructura también es importante considerar su período de vibración y su eficiencia de absorción de energía. El período de vibración se determina esencialmente por la masa, rigidez y tamaño de la estructura. La eficiencia de absorción de energía está determinada por la elasticidad de la estructura y por factores como la rigidez de los apoyos, el número de partes que se mueven en forma independiente y la rigidez de las conexiones. Es de gran importancia considerar la relación que existe entre el período de una estructura y el período del sismo. Las curvas espectrales representan esta relación obtenida de un determinado número de reproducciones de sismos en estructuras con diferentes períodos. *“La interpretación general del efecto espectral es que el sismo tiene su efecto mayor de fuerza directa en edificios con períodos cortos. Éstos tienden a ser edificios con sistemas resistentes laterales rígidos, por ejemplo, muros de cortante y marcos arriostrados en X y edificios bajos, de perfil voluminoso, o con ambas características”.* (Ambrose, 1998: 573)

---

<sup>94</sup> Capítulo 3 de este libro contiene Principales Características Sísmicas del Terremoto de Marzo de 1985 de Barrientos y Kausel.





La resistencia a fuerzas sísmicas de un edificio tiene directa relación con el sistema resistente lateral del mismo. Este sistema, generalmente, está conformado por un conjunto de elementos distribuidores de cargas horizontales y verticales. Debido a los movimientos vibratorios de las masas de las construcciones se generan fuerzas de inercia que inducen importantes esfuerzos a la estructura y es posible que la conduzcan a la falla<sup>95</sup>, ya sea en sus partes, conexiones o su totalidad. Cuando la forma de un edificio tiende a la asimetría, ante un sismo, sus partes podrían moverse en forma tan desigual, que podría producirse esfuerzos críticos en los puntos de conexión de las partes. Esto podría solucionarse permitiendo conexiones que acepten los movimientos desiguales de la estructura, o bien, independizando completamente dichas partes (juntas de separación sísmica).

Hay otros efectos sísmicos de importancia sobre las edificaciones, relacionados con fallas del subsuelo, como abertura de grietas, deslizamiento de laderas y licuación.

### 5.1.2. Geología Regional Zona Central de Chile

La geología regional de la zona central de Chile, siguiendo las unidades morfoestructurales está conformada por la Cordillera de la Costa, Depresión Longitudinal o Intermedia y Cordillera de Los Andes o Cordillera Principal.

#### - Cordillera de la Costa

El desarrollo predominante de esta cordillera es de bloques fallados. Las unidades del basamento son del precámbrico y paleozoico *“con rocas metamórficas que han sido localmente consumidas por la intrusión del complejo del batolito de Los Andes, particularmente en su extremo sur”*. (Rojas, 2006: 2). Por el borde poniente es un acantilado desgastado por las olas. Posee cumbres entre 1000 y 3000 metros sobre el nivel del mar, las que disminuyen hacia el norte hasta desaparecer cerca del límite con Perú.

Interesa la zona central de Chile, Región Metropolitana de Santiago, donde la cordillera de la Costa se caracteriza por la sedimentación en la desembocadura de grandes ríos. La línea costera posee playas extensas de acumulación arenosa y acantilados. Se extiende desde el río Aconcagua por el norte hasta el río Bío-Bío por

<sup>95</sup> Enrique Bazán/Roberto Meli. Diseño Sísmico de Edificios. Editorial Limusa. México. 2006.





el sur. La cordillera de la costa constituye un muro occidental para las cuencas de Santiago y Rancagua.

En su límite con la depresión longitudinal se encuentran cuencas graníticas marginales como las de Cauquenes al sur y Melipilla cerca de Santiago; se caracterizan por el sistema de relleno, evidenciado por antiguos sistemas fluviales.

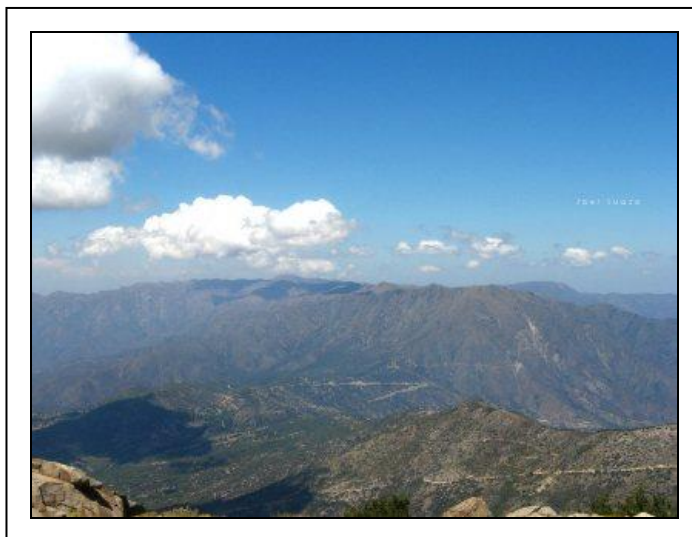
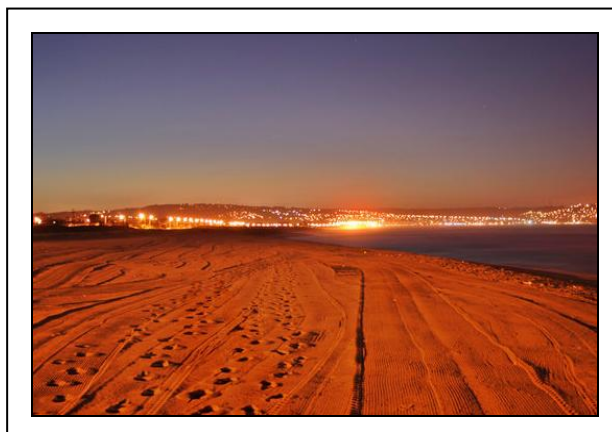


FIG. 5.1 Cordillera de la costa <http://chilexpro.wordpress.com/2008/04/09/relieve-de-chile/>

### **-Planicies Litorales.**

Algunas fuentes incluyen las planicies litorales o Planicies Costeras como una cuarta franja. Otros, la incluyen en la Cordillera de la Costa. Faja de relieve bajo y amplitud variable. Sus límites son el borde marítimo y la Cordillera de la Costa. Posee escasa pendiente y no es una faja continua. En la zona central de Chile, las planicies Litorales son amplias y continuas lo que favorece los asentamientos humanos.





**FIG. 5.2** Planicies Litorales <http://chilexpro.wordpress.com/2008/04/09/relieve-de-chile/>

### - Depresión Longitudinal o Intermedia

La mayor parte del desarrollo tectónico ha sido en el plioceno. Limita al oeste con la Cordillera de la Costa a través de fallas y al este con la Cordillera Principal llamada Los Andes.

La cuenca de Santiago aparece cerrada por el norte por los cerros de la cuesta El Manzano, con estrechas comunicaciones a Tiltill y Polpaico. Al sur el estrecho paso de Angostura de Paine permite comunicación con la cuenca de Rancagua. *“La cuenca aparece enmarcada por el este en su línea N-S. que es, al mismo tiempo, el plano de la fractura tectónica que produjo el hundimiento de la cuenca de Santiago, a fines del plioceno. Dicho proceso se intensifica en el cuaternario y prosigue hasta hoy. En el oeste la cordillera de la costa se levanta como muro. La línea de falla anotada en el este se repite en el pie oriental de la cordillera de la costa, enmarcando la fosa de hundimiento con dos líneas de fractura tectónica bien notorias”* (Rojas, 2006: 11)





**FIG. 5.3** Depresión Central [http://chilexpro.files.wordpress.com/2008/04/cajon\\_del\\_maipo\\_05\\_by\\_gerastro1.jpg](http://chilexpro.files.wordpress.com/2008/04/cajon_del_maipo_05_by_gerastro1.jpg)

Esta depresión ha sido receptáculo de sedimentos desprendidos de las cordilleras aledañas durante los períodos Terciario y Cuaternario, mediante acarreo glaciales y fluviales y de otras formas de erosión terrestre. Esta franja ha almacenado recursos hídricos tanto en su interior como en la superficie (escurrimientos). Este valle posee numerosas ventajas que favorecen la agricultura, ganadería, concentración de población y concentración de industrias y por tanto el desarrollo<sup>96</sup>.

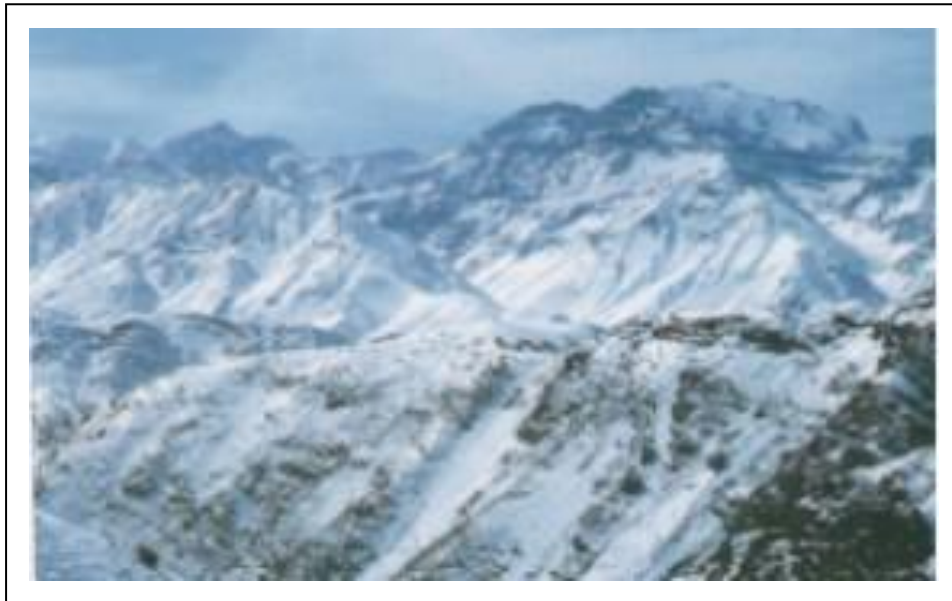
<sup>96</sup> <http://www.profesorenlinea.cl/Chilegeografia/DepresionIntermedia.htm>





### **-Cordillera Principal (Los Andes)**

Elevación plutónica que se eleva entre los 3000 y 4000 metros coronada por una gran cantidad de volcanes, alcanzando una altura mayor a los 7000 metros. Las alturas van decreciendo hacia el sur. Grandes erosiones han originado la formación de altiplanicies pequeñas, apropiadas para la ganadería estival. Frente a Santiago se elevan algunas cumbres volcánicas como El Tupungatito (5.682 m), San José (5.856 m), El Maipo (5.854 m) y otras no volcánicas, como los cerros Tupungato, El Plomo, Piuquenes y Marmolejos.<sup>97</sup>



**FIG. 5.4** Cerro El Plomo <http://www.profesorenlinea.cl/Chilegeografia/CordilleraAndes.htm>

---

<sup>97</sup> <http://www.profesorenlinea.cl/Chilegeografia/CordilleraAndes.htm>





### 5.1.3. Tipos de Suelo en Santiago

Santiago está compuesto por suelos riesgosos y suelos seguros.

Suelos Riesgosos son poco firmes y amplifican las ondas sísmicas. Se requieren fundaciones especiales. Contienen dos depósitos diferenciados:

- Depósitos de ceniza volcánica. Según mapa adjunto se observa su existencia en comunas de Pudahuel, Cerrillos, Lo Prado y parte de Maipú
- Depósitos de limo, arena y arcilla. Se observa en Renca, Conchalí, Quinta Normal, Quilicura, parte de Independencia, Recoleta y Huechuraba

Suelos Seguros brindan firmeza y estabilidad

- Depósitos de grava. Según mapa estarían las comunas de Santiago, Ñuñoa, Providencia, Vitacura, Las Condes, parte de Recoleta e Independencia, Estación central, Pedro Aguirre Cerda, San Miguel, San Joaquín, Macul, parte de Huechuraba y Renca.

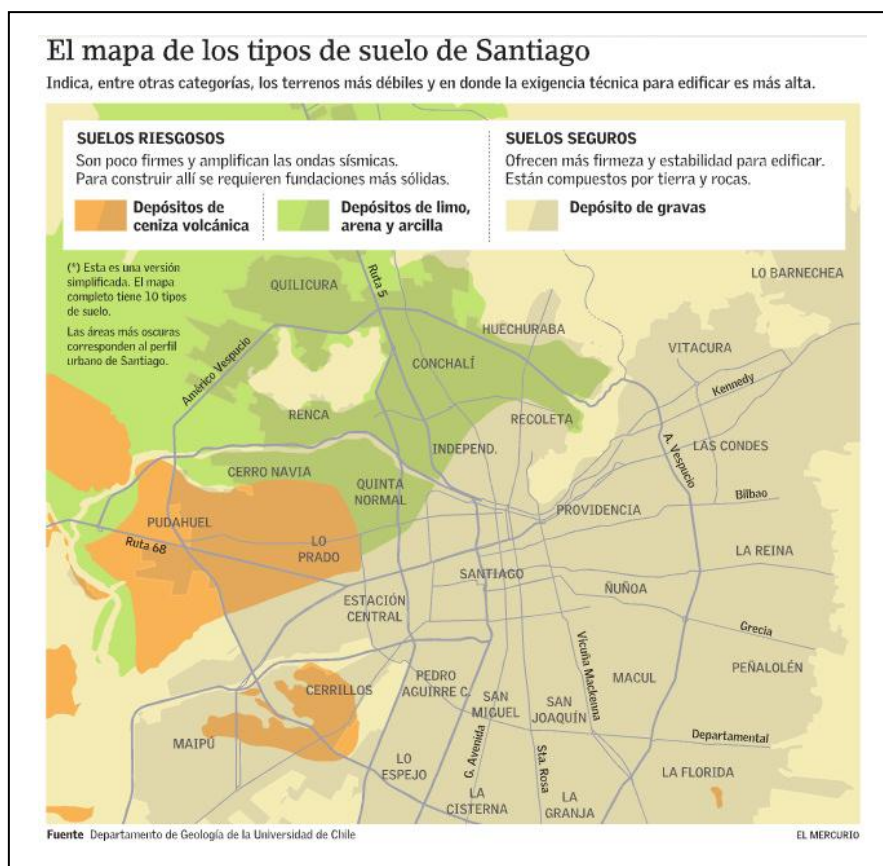


FIG. 5.5. Mapa de los tipos de suelo de Santiago de Chile. Imagen Extraída de

<http://prensa.politicaspUBLICAS.net/index.php/terremoto/2010/04/05/santiago-suelos-blandos-amplifican-las-ondas-sismicas-y-aumentan-los-danos-en-las-construcciones>







Los suelos de Ñuñoa, están compuestos por grava gruesa de alta compacidad con partículas de cantos subredondeados. *“Corresponde a una grava arenosa, limpia, bien o mal graduada según el lugar, cuya compacidad aumenta con la profundidad. Cubre esta grava un estrato arcilloso de baja plasticidad, de consistencia de media a firme, con espesores que varían de 1,5 a 3 metros.”*<sup>98</sup>

#### 5.1.4. Normativa para el diseño y construcción sismorresistente en Chile.

##### 5.1.4.1. Evolución de los Reglamentos de Construcción y Normas de Diseño Sísmico Vigentes

Los españoles católicos temían enormemente a los terremotos, por lo cual al fundar ciudades en América, invocaban al santo patrono Santiago, protector contra los temblores. Así todo, se preocupaban de lineamientos económicos más que de la seguridad urbana, a pesar de indicaciones dadas por la Corona que venían desde la Edad Media, que procuraban salvaguardar vidas de desastres naturales.

*“En el caso de los censos, una propiedad destruida quedaba libre de su deuda con lo cual se afectaba la cadena de créditos y de pagos. En el caso de los impuestos a la Corona, un terremoto daba origen a una serie de peticiones al Rey, generalmente atendidas, para la eximición de impuestos. Aun comunidades que no habían sido directamente afectadas por un terremoto, procuraban acceder a este beneficio. Cuando Santiago de Chile fue excluida del pago del impuesto de Unión de las Armas debido a un terremoto, la ciudad de Mendoza, parte del Reino de Chile en ese momento<sup>99</sup>, envió procuradores para conseguir la extensión de este beneficio”. .*  
(Gascón y Fernández, 2001:1)

Durante el siglo XX comienza en Chile una regulación de construcciones resistentes a sismos de mayor rigurosidad. A partir del sismo de Talca del 1º de Diciembre de 1928. El Gobierno redactó un Proyecto de Ley con el objeto de reglamentar la estabilidad de las construcciones y establecer organismos de control de proyectos

<sup>98</sup> Observaciones de Ingeniería Geotécnica. Instituto Chileno del Cemento y del Hormigón. Editores Luders y Vásquez. 1988

<sup>99</sup> Desde el momento de su fundación y durante 225 años Mendoza formó parte de la Capitanía General de Chile, como territorio de la provincia trasandina de Cuyo. Al unirse la ruta de caravanas desde las ciudades de Buenos Aires y San Luis y siendo este camino de mejor y más fácil acceso que el complicado camino a través de los Andes hacia Chile, en 1776, al crearse el Virreinato del Río de la Plata, Mendoza y también el resto de Cuyo fueron asignados al nuevo virreinato. [http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad\\_de\\_Mendoza](http://es.wikipedia.org/wiki/Ciudad_de_Mendoza)





de edificación. Este Proyecto de Ley fue aprobado y promulgado como Ley de la República en Febrero de 1929. Luego se nombró una comisión para la elaboración de un Proyecto de Ordenanza General de Construcciones y Urbanización que fue aprobado en Mayo de 1931. No obstante, dicha ordenanza sólo comenzó a regir en Noviembre de 1935. (Sarrazín, 1985: 83)

El terremoto de Chillán del 24 de Enero de 1939 devastó la ciudad de Chillán y motivó al Gobierno para nombrar una comisión que estudiase el terremoto reciente y emitiera un informe sobre procedimientos para la determinación de la acción de los sismos en las edificaciones. Dicha comisión emitió un informe en el que se estudió el terremoto y se elaboró recomendaciones relativas a alterar las regulaciones sismorresistentes de la Ordenanza de 1931.

En 1945, el Ministerio de Obras Públicas designó una comisión para que presentase ante el Gobierno, modificaciones a la Ordenanza vigente, las que se introdujeron por Decreto en Junio de 1949.

*“La historia de la planificación urbana chilena, desde el punto de vista del sistema natural, tiene su origen en la adopción de medidas estructurales asociadas a la sismicidad del territorio. A partir del terremoto de Talca (1928), se impulso la redacción de un proyecto de ley que definía normas técnicas, originando la primera Ordenanza General de Construcciones y Urbanización, aprobada en 1931 (D.F.L.345), y perfeccionada en 1949, 1960, a propósito de terremotos ocurridos en el país. A pesar de la incorporación de la variable sísmica en las construcciones, en Chile no es obligatorio introducir la microzonificación sísmica en los Planes Reguladores. Además, la introducción de factores físicos asociados a riesgos naturales de otra índole, ha sido por parte de la planificación urbana chilena muy reducida e ineficiente en su implementación. (Larrain, Simpson-Housley, 1994).”<sup>100</sup>*

El terremoto de Las Melosas del 4 de Septiembre de 1958, que fuera un sismo de intraplaca, como se mencionó anteriormente, diferente a los típicos chilenos de subducción, motivó otro cambio en la normativa, pues en Enero de 1959 una

---

<sup>100</sup> Identificación de Instrumentos y Normativas de Ordenamiento Territorial Ambiental...

[www.elgeomensor.cl/downloads/planif.%20territorial/index.php?file](http://www.elgeomensor.cl/downloads/planif.%20territorial/index.php?file)





Comisión del INDITECNOR (Sarrazín, 1985: 85). Inició sus trabajos en la elaboración de una Norma Sismorresistente que reemplazase los artículos relativos a ese tema dentro de la Ordenanza. Esta labor se vio interrumpida por el sismo de Valdivia de 1960, uno de los más grandes en la historia mundial por su elevada magnitud y destrucción. Casualmente se estaba tramando una disminución en el Coeficiente Sísmico aplicado a las construcciones en el sur del país, aludiendo una menor actividad sísmica en la zona, comparada con la central.

El terremoto de La Ligua de 1965 sirvió para ajustar de mejor manera la Norma en estudio, recogiendo las últimas experiencias del sismo, hasta que en Mayo de 1966 culminó su etapa de elaboración, siendo aprobada como Norma Provisional. En Octubre de 1972 se concretó la Norma Oficial NCh 433 de Cálculo Antisísmico de Edificios.(Sarrazín, 1985: 85)

Los terremotos de Concepción y Valdivia de 1960, de La Ligua de 1965 y de Valparaíso de 1971, sirvieron para estudiar el comportamiento sísmico de muchos edificios que anticipadamente aplicaron los conceptos de la nueva Norma, contenidos también en códigos extranjeros y realizar un balance de los resultados obtenidos.

#### **5.1.4.2. Ley y Ordenanza General de Construcciones y Urbanización de 1949**

Esta Ordenanza creó conciencia sobre la importancia del diseño sísmico, siendo una herramienta práctica y segura para diseñar y construir edificaciones a prueba de terremotos. Hasta hoy en día su Capítulo sobre “Dimensiones mínimas de elementos de construcción no sometidos a cálculo de estabilidad” ha sido considerado por arquitectos como una gran herramienta de proyección en detalles de edificación.<sup>101</sup>

Esta Ordenanza esencialmente determina lo siguiente: Sarrazín, 1985: 84)

- *“Es obligatorio considerar la acción sísmica en el cálculo estructural.*
- *Un método estático equivalente para la determinación de las solicitaciones sísmicas, en caso de edificios con período < 0,75 seg. La*

---

<sup>101</sup> Para el tema de la Ordenanza que interesa en la presente Tesis, se puede decir que las modificaciones hasta la Ordenanza actual son de pequeña envergadura, ésta no es muy específica en tema sísmico, pues lo deja para la Norma Chilena Nch 433 Of 96 que tiene mayor difusión.





*aceleración horizontal constante a considerar depende del período propio de la estructura, del tipo de fundación y de las características del suelo.*

- *Existe un factor de uso para edificios públicos igual a 1,2.*
- *El coeficiente sísmico se amplifica al doble para elementos que sobresalgan de la estructura principal.*
- *Para edificios flexibles se establece la amplitud máxima de la onda sísmica, en función del tipo de suelo y el tipo de fundación. Esta va desde 2 cm en la roca hasta 6 cm en terreno suelto.*
- *Se acepta el análisis modal usando un espectro de aceleraciones representativas del movimiento sísmico, pero sin mayores detalles respecto a los valores de dicho espectro.*
- *Para estructuras en las cuales la componente vertical del sismo puede ser de importancia, se acepta tomar valores de aceleraciones y desplazamientos máximos iguales a la mitad de los horizontales.*
- *Debe considerarse con especial cuidado el efecto torsional en planta de los edificios".*

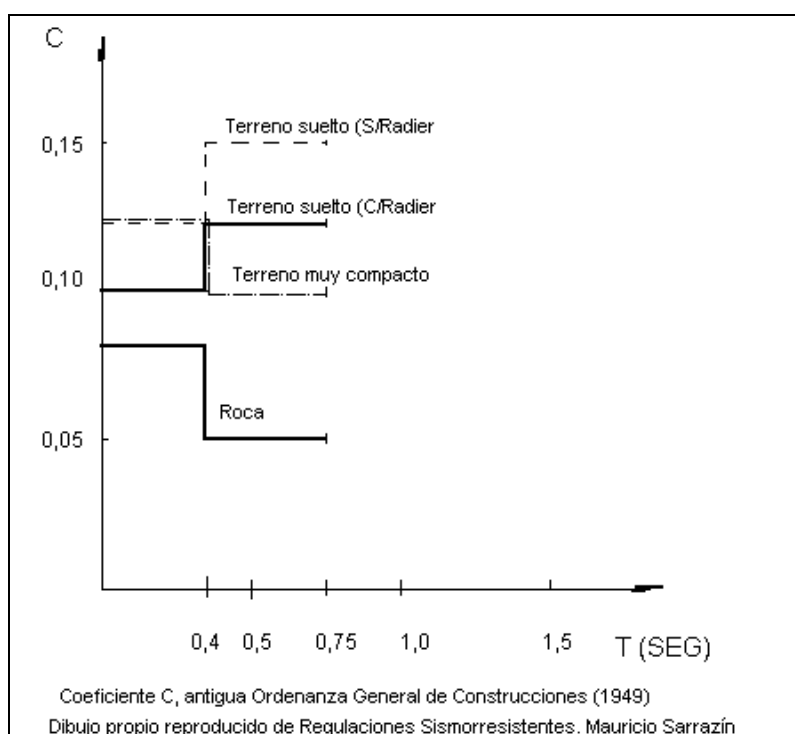


FIG. 5.6





### 5.1.4.3. La Norma NCh 433 Of.1972

En Octubre de 1972 empezó a regir la Norma Chilena NCh 433. Es aplicable a edificios en general y no es aplicable a obras civiles de otra naturaleza. Los documentos estudiados por la Comisión para la elaboración de la norma fueron: (Sarrazín, 1985: 85)

- *“La Ordenanza.*
- *Una proposición de proyecto de Norma de los profesores Arias y Husid.*
- *El Código SEAOC de California.*
- *El código NZSS 1900 de Nueva Zelanda.*
- *El Reglamento de Construcciones del Distrito Federal de México”.*

Establece dos métodos de análisis: el Estático equivalente y el Dinámico Modal.

En el Método Estático se determina el esfuerzo de corte basal  $Q_0$  con la expresión:

$Q_0 = K_1 K_2 C P$ , en que

$K_1$  = coeficiente de uso, donde 1,2 es para edificios públicos, 1,0 es para edificios de vivienda u oficinas, 0,8 para estructuras provisionales.

$K_2$  = coeficiente de estructuración, donde 0,8 es para edificios con diafragmas rígidos de piso y marcos dúctiles, 1,0 es para edificios con diafragmas rígidos de piso y 1,2 para otras estructuras

$C$  = coeficiente sísmico, función del período fundamental del edificio y del tipo de suelo

$P$  = peso total del edificio más un porcentaje de la sobrecarga de cálculo

Una vez calculado el Cortante Basal  $Q_0$ , se determina una redistribución sísmica de fuerzas en altura, con:

$$F_k = \frac{P_k \cdot A_k}{\sum_{j=1}^n P_j \cdot A_j} Q_0$$

Donde  $P_k$  = peso del piso de orden  $k$

$$A_k = \sqrt{1 - \frac{Z_{k-1}}{H}} - \sqrt{1 - \frac{Z_k}{H}}$$





H es la altura total del edificio y  $Z_k$  es la altura del piso de orden k. Las fuerzas  $F_k$  deben ser resistidas y se aplican en los centros de gravedad de cada piso. Se permite una reducción del momento volcante en edificios de cuatro o más pisos según la siguiente expresión:  $J_k = 0,8 + 0,2 Z_k / H$

La Norma establece modo de calcular momento de torsión en planta, considerando la variación accidental de la excentricidad.

Como el modelo estudiado corresponde a viviendas con entrepiso y cubiertas flexibles, no interesa el efecto de la torsión en planta a la cual apunta también dicha Norma.<sup>102</sup> Correspondería evaluar el cortante basal  $Q_0$  correspondiente a un piso, según las rigideces de sus respectivos ejes estructurales en mínimo dos direcciones perpendiculares entre sí.

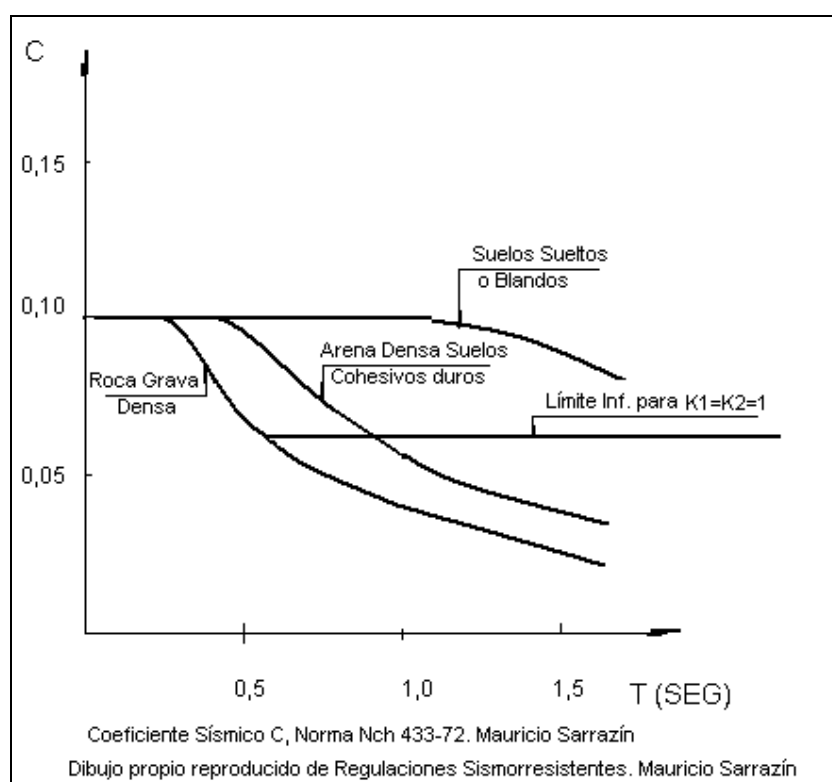


FIG. 5.7

<sup>102</sup> La Torsión accidental regiría para entrepisos rígidos.





#### 5.1.4.4. NCh 433 Of. 1996 Modificada 2009 y 2011

La Norma Chilena Nch 433-96, denominada “Diseño Sísmico de Edificios”, rige desde el año 1996, ha tenido pequeñas modificaciones, pero sigue estando vigente. Durante el año 1994, ACHISINA<sup>103</sup> organizó cuatro talleres con el objeto de recoger experiencia de profesionales en relación a la aplicación de la norma NCh 433.Of93; luego se transmitieron al INN, donde fueron analizadas y convertidas en propuestas para ir a consulta en un proceso de consideración de la norma, la cual fue aprobada. Reemplaza y anula a la NCh433.Of93, “Diseño Sísmico de Edificios” de fecha 24 de Agosto de 1993. Fue aprobada por el INN en sesión de fecha 26 de Junio de 1996. Establece requisitos mínimos para el diseño sísmico de edificios, equipos y elementos secundarios. Además contiene recomendaciones sobre evaluación de daño sísmico y su reparación. No es aplicable a obras civiles como puentes, presas, túneles, acueductos, muelles, canales, a edificios industriales, ni instalaciones industriales, los que deberán regirse por la norma chilena correspondiente.

---

<sup>103</sup> Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica.







## Zonificación Sísmica

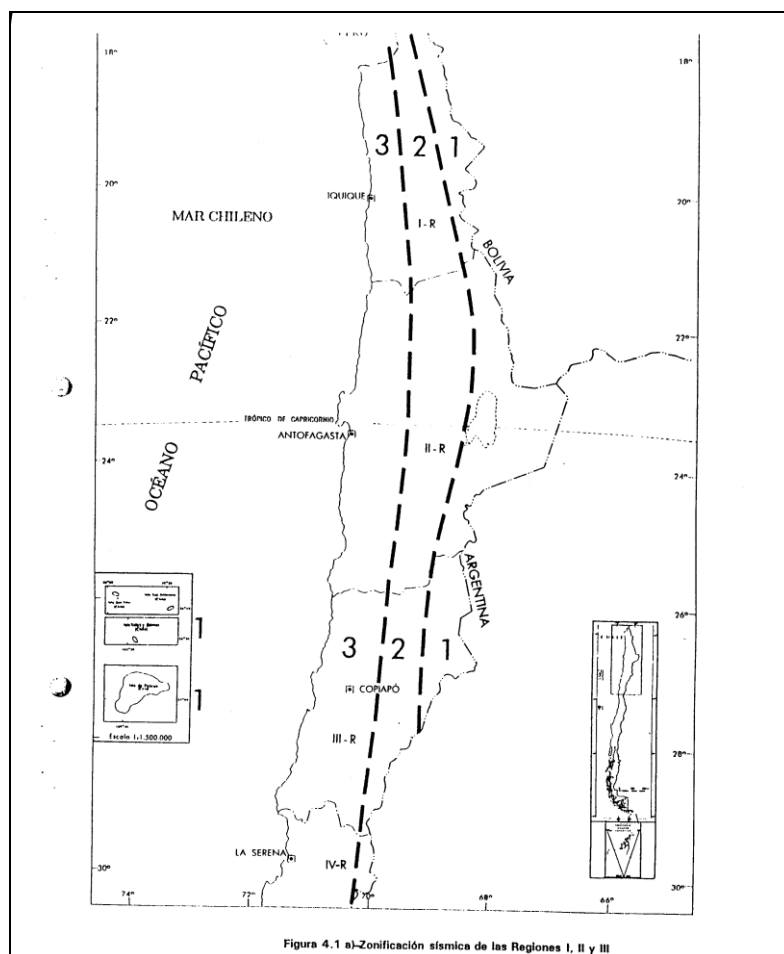
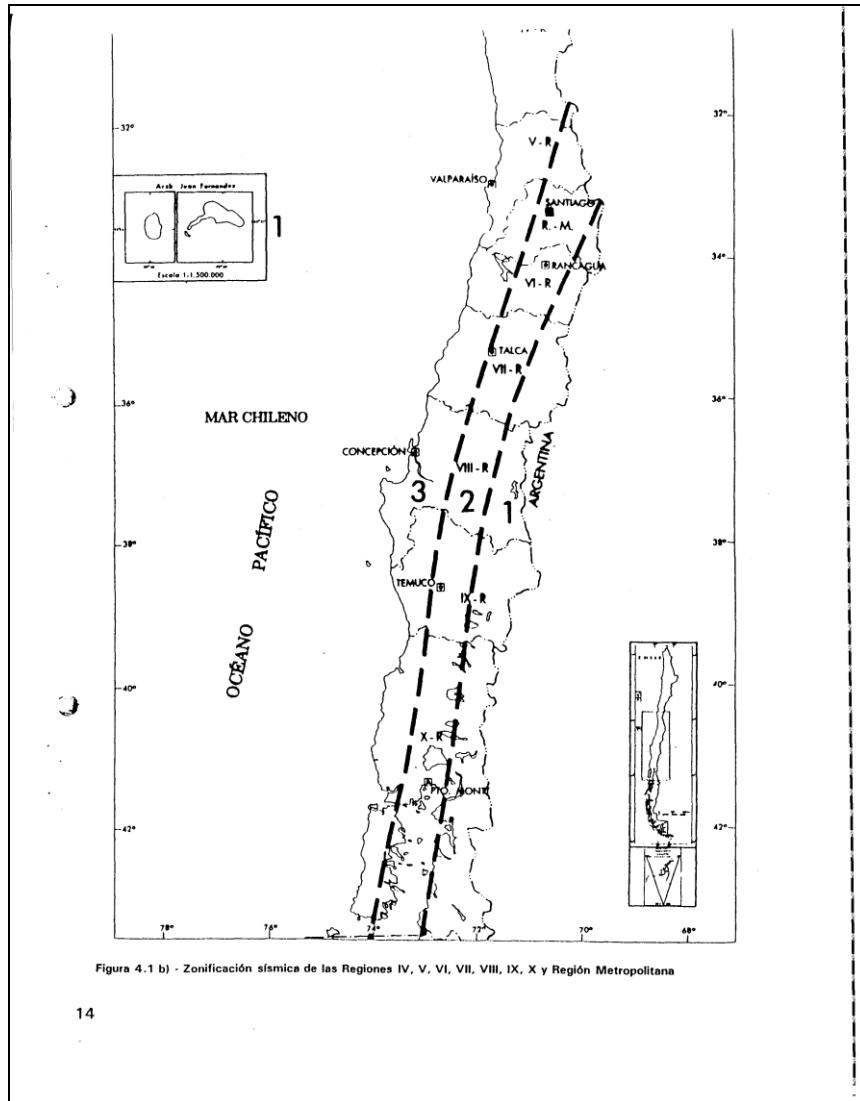


FIG. 5.8. Diseño Sísmico de Edificios NCh433-1996 (Copiado de Norma)

Se reconoce tres zonas sísmicas: 1, 2 y 3, como franjas verticales en que la 1 corresponde esencialmente a la Cordillera de Los Andes, la 2 se relaciona con la Depresión Longitudinal o Intermedia y la 3 concierne a la Cordillera de La Costa. Esta zonificación trasluce la esencia subductiva de los sismos chilenos hasta el Golfo de Penas y transcurativa en Magallanes.<sup>104</sup>

<sup>104</sup> Riddell e Hidalgo





14

FIG. 5.9. Diseño Sísmico de Edificios NCh433-1996 (Copiado de Norma)



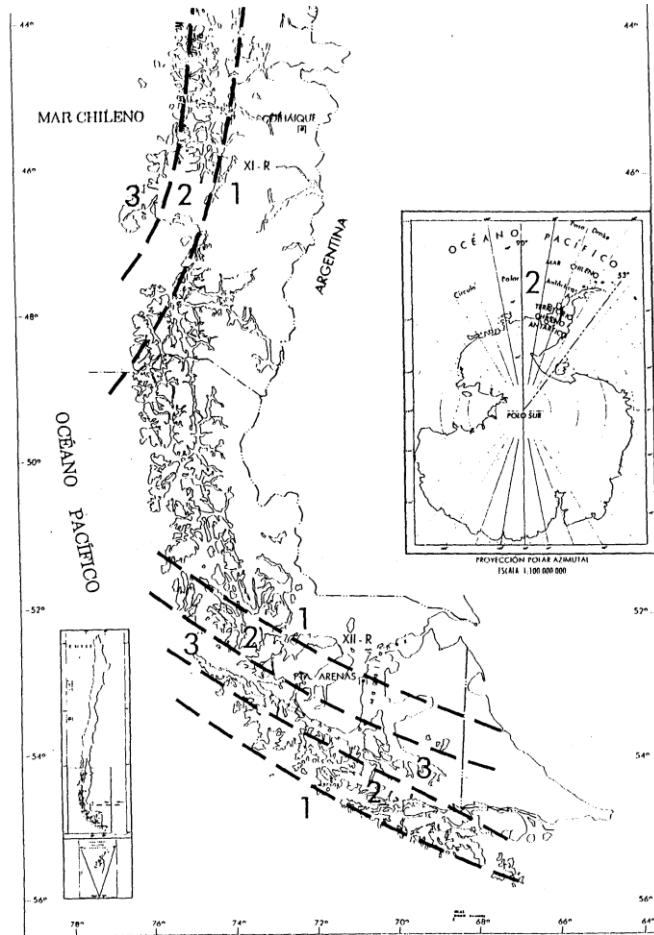


Figura 4.1 c) - Zonificación sísmica de las Regiones XI y XII

FIG. 5.10 Diseño Sísmico de Edificios NCh433-1996 (Copiado de Norma)





## Efecto del Suelo de Fundación y de la Topografía en las Características del Movimiento Sísmico.

Se define cuatro tipos de suelo: I, II, III y IV, de modo que el Tipo I es roca, con características indicadas en tabla específica, Tipo II es grava densa con particularidades señaladas en tabla, Tipo III es arena no saturada, hasta llegar a suelo cohesivo saturado en el Tipo IV, siempre con ciertas especificidades definidas en la tabla. Requerirán estudio especial los suelos potencialmente licuables y los susceptibles de densificación por vibración. Siempre que exista dudas sobre la elección de algún parámetro, se tomará el mayor valor para cálculo de esfuerzo de corte basal ( $Q_0$ ).<sup>105</sup>

## Clasificación de Edificios y Estructuras de acuerdo a su Importancia, Uso y Riesgo de Falla.

Se considera cuatro categorías para efectos de aplicación de la Norma:<sup>106</sup>

Categoría A: edificios gubernamentales, municipales, de servicios públicos y aquéllos de especial importancia en caso de catástrofe

Categoría B: edificios cuyo contenido es de gran valor y aquéllos de gran concentración de público

Categoría C: edificios de habitación o públicos de baja concentración

Categoría D: construcciones aisladas no destinadas a habitación

| Categoría del Edificio | I   |
|------------------------|-----|
| A                      | 1,2 |
| B                      | 1,2 |
| C                      | 1,0 |
| D                      | 0,6 |

Valor Coeficiente I. Copiado por la autora de Norma chilena NCh433 1996

FIG. 5.11

<sup>105</sup> En 2011 apareció una modificación a esta clasificación. En lo que afecta a Ñuñoa, sigue con los mismos parámetros; en lugar de suelo II, sería suelo B

<sup>106</sup> Modificado en 2011, no afecta a los cálculos realizados en la presente tesis





## Disposiciones Generales sobre Diseño y Métodos de Análisis

- La norma está orientada de modo de lograr que las estructuras resistan movimientos sísmicos de intensidad moderada sin daños.
- Que en sismos de mediana intensidad los daños se generen sólo en elementos no estructurales.
- Durante sismos de intensidad excepcionalmente severa, se evite el colapso aún con daños en la estructura.
- El dimensionamiento de elementos estructurales se hará según norma específica a cada material y puede realizarse por método de tensión admisible o factor de carga y resistencia.

## Combinación de las solicitaciones Sísmicas con otras solicitaciones

a) Utilizando Método de Tensión Admisible:

- Cargas Permanentes + Sobrecargas de Uso +  $\pm$  Sismo
- Cargas Permanentes +  $\pm$  Sismo

b) Utilizando Método de Factores de Carga y Resistencia:

- 1,4 (Cargas Permanentes + Sobrecargas de Uso +  $\pm$  Sismo)
- 0,9 Cargas Permanentes +  $\pm$  1,4 Sismo

La acción sísmica no es necesario combinarla con otras cargas eventuales.

## Sistemas Estructurales

- Sistemas de Muros y otros sistemas arriostrados
- Sistemas de pórticos
- Sistemas mixtos

## Compatibilidad de Deformaciones Horizontales

Para efectos de este estudio, no se incluirá especificaciones para entrepisos rígidos, pues el tema en estudio contempla entrepisos flexibles.

En los pisos sin diafragma rígido, los elementos resistentes se calcularán con las fuerzas horizontales aplicadas directamente sobre ellos.

## Factor de Modificación de Respuesta (R, Ro)





Factor de modificación de respuesta de la estructura. Indica características de absorción y disipación de energía; lleva explícito el conocimiento sobre comportamiento sísmico de diversos tipos de estructuraciones y materiales utilizados. La norma no reconoce la albañilería de ladrillos artesanales sin refuerzos como material estructural, por lo tanto el factor de modificación de respuesta  $R$  a utilizar será: 2. Como referencia se indica  $R=7$  para acero estructural y hormigón armado con Método Estático y  $R= 5,5$  en madera.

**Tabla 5.1 - Valores máximos de los factores de modificación de la respuesta <sup>1)</sup>**

| Sistema estructural   | Material estructural  | $R$ | $R_o$ |
|---|---|-----|-------|
| Pórticos  | Acero estructural   | 7   | 11    |
|   | Hormigón armado   | 7   | 11    |
| Muros y sistemas arriostrados   | Acero estructural   | 7   | 11    |
|   | Hormigón armado   | 7   | 11    |
|   | Hormigón armado y albañilería confinada   |     |       |
|   | - Si se cumple el criterio A <sup>2)</sup>  | 6   | 9     |
|   | - Si no se cumple el criterio A <sup>2)</sup>   | 4   | 4     |
|   | Madera  | 5,5 | 7     |
|   | Albañilería confinada   | 4   | 4     |
|   | Albañilería armada  |     |       |
|   | - De bloques de hormigón o unidades de geometría similar en las que se llenan todos los huecos, y albañilería de muros doble chapa  | 4   | 4     |
|   | - De ladrillos cerámicos tipo rejilla con y sin relleno de huecos y albañilería de bloques de hormigón o unidades de geometría similar en que no se llenan todos los huecos | 3   | 3     |
| Cualquier tipo de estructuración o material que no pueda ser clasificado en alguna de las categorías anteriores <sup>3)</sup> |   | 2   | -     |

1) Los valores indicados en esta tabla para acero estructural y hormigón armado suponen el cumplimiento de lo establecido en el anexo B.

2) Criterio A: los muros de hormigón armado deben tomar en cada piso, el 50% del esfuerzo de corte del piso, como mínimo.

3) No procede el uso del análisis modal espectral para este tipo de estructuración o material. Por lo tanto, no se establece un valor para  $R_o$ .

FIG. 5.12, Copiado de Norma NCh433 1996





## Acciones Sísmicas sobre la estructura

La estructura deberá ser analizada como mínimo en dos direcciones horizontales perpendiculares entre si.

## Métodos de Análisis

Se permitirá el uso de dos Métodos de Análisis: Estático y Modal Espectral

El Análisis Estático podrá usarse en estructuras de categorías C y D y edificios de hasta 5 pisos o de 20 m de altura y estructuras de 6 hasta 15 pisos que satisfagan ciertos requisitos indicados en la Norma. En este Método de análisis, la acción sísmica se deberá relacionar con un sistema de fuerzas aplicadas a la estructura, cuyos cálculos seguirán las leyes de la estática.

Esfuerzo de Corte Basal  $Q_0$

El esfuerzo de Corte Basal o Cortante basal  $Q_0$  se calculará como:

$Q_0 = C I P$  en que:

$C$  = coeficiente sísmico

$I$  = coeficiente de categoría o importancia del edificio

$P$  = peso total del edificio sobre nivel basal

$$C = \frac{2,75 A_0 \left( \frac{T'}{T^*} \right)^n}{g R}$$

En que  $n$ ,  $T'$  son parámetros relativos al suelo de fundación. Ver tabla adjunta

$A_0$  es la aceleración efectiva máxima, deducida según zona sísmica del país. Ver tabla

$R$  = Factor de modificación de respuesta

$T^*$  = período con mayor masa trasnacional equivalente en la dirección de análisis







En ningún caso  $C$  deberá ser mayor que  $A_0 / (6g)$ , ni tampoco deberá ser mayor que  $C$  máximo de tabla adjunta según materialidad ( $R$ )

| $R$ | $C_{\text{máx}}$ |
|-----|------------------|
| 2   | 0,90 $SA_0/g$    |
| 3   | 0,60 $SA_0/g$    |
| 4   | 0,55 $SA_0/g$    |
| 5,5 | 0,40 $SA_0/g$    |
| 6   | 0,35 $SA_0/g$    |
| 7   | 0,35 $SA_0/g$    |

Valores máximos del coeficiente sísmico  $C$ . Copiado por la autora de Norma Chilena NCh433 1996

FIG.5.13

| Categoría del Edificio | $I$ | Zona Sísmica | $A_0$  |
|------------------------|-----|--------------|--------|
| A                      | 1,2 | 1            | 0,20 g |
| B                      | 1,2 | 2            | 0,30 g |
| C                      | 1,0 | 3            | 0,40 g |
| D                      | 0,6 |              |        |

Valor Coeficiente  $I$ . Copiado por la autora de Norma chilena NCh433 1996

Valor de la aceleración efectiva  $A_0$ . Copiado por la autora de Norma Chilena NCh433 1996

FIG.5.14



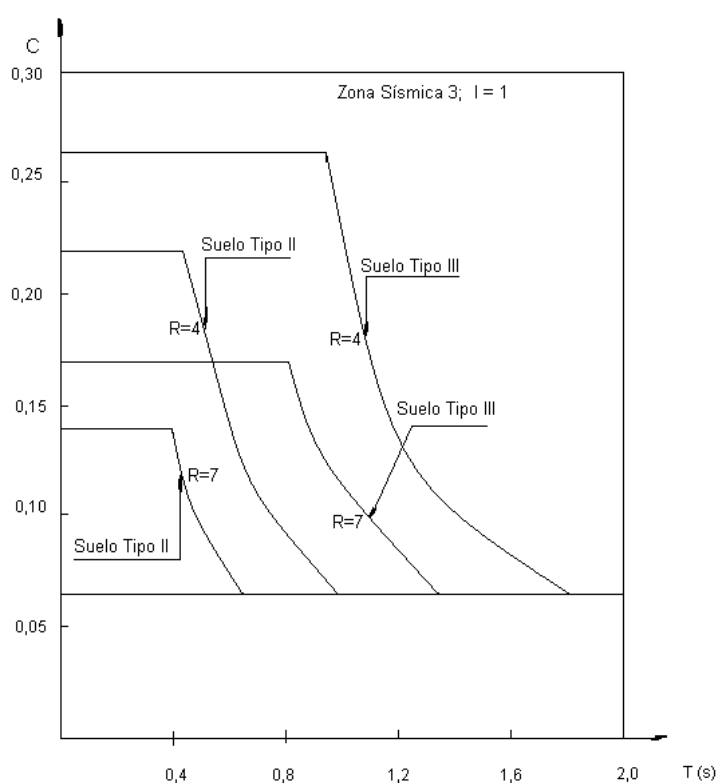


| Tipo de suelo | S    | $T_{0s}$ | $T'_{s}$ | n    | p   |
|---------------|------|----------|----------|------|-----|
| I             | 0,90 | 0,15     | 0,20     | 1,00 | 2,0 |
| II            | 1,00 | 0,30     | 0,35     | 1,33 | 1,5 |
| III           | 1,20 | 0,75     | 0,85     | 1,80 | 1,0 |
| IV            | 1,30 | 1,20     | 1,35     | 1,80 | 1,0 |

Valor de los parámetros que dependen del tipo de suelo. Copiado por la autora de Norma Chilena NCh433 1996

FIG.5.15

El valor de  $T^*$  en cada una de las direcciones de análisis deberá calcularse mediante un procedimiento fundamentado.



Coefficiente Sísmico Norma Chilena Nch 433-96. Dibujo Propio copiado de Fundamentos de Ingeniería Estructural. Rafael Riddell y Pedro Hidalgo.

FIG.5.16





Para estructuras de 5 pisos como máximo, las fuerzas horizontales redistribuidas se podrán calcular con la misma fórmula usada en la Norma chilena NCh433 1972, esto es:

$$A_k = \sqrt{1 - \frac{Z_{k-1}}{H}} - \sqrt{1 - \frac{Z_k}{H}}$$

*“La norma en forma indirecta trata de limitar los daños en elementos no estructurales durante sismos de moderada intensidad. Para sismos de mediana intensidad trata de limitar el daño estructural. Estos objetivos no son evaluados directamente por esta norma, pero se espera que si la estructura corresponde a la tipología de las estructuras que fueron sometidas al sismo de 1985, estas tendrán un comportamiento considerado como satisfactorio. Los elementos o sistemas no estructurales considerados son aquellos a los cuales se les ha realizado un diseño sismorresistente de acuerdo a esta norma.*

*Las afirmaciones anteriores son una consecuencia de observar que la acción sísmica de diseño se ha establecido para un evento de baja probabilidad de ocurrencia. Además las fuerzas de diseño de la norma implican una reducción de la respuesta elástica a través del factor  $R$  para considerar, entre otras razones, la incursión importante en el rango inelástico durante eventos sísmicos particularmente severos. La incursión en el rango inelástico necesariamente implica un daño en la estructura.*

*Por otra parte las observaciones sobre los efectos producidos por sismos moderados, llevan a concluir que las disposiciones de la norma NCh433.072 eran adecuadas para lograr que el comportamiento se mantuviera dentro del rango elástico durante sismos de intensidad moderada, lo que controlaría el daño estructural.*

*Las disposiciones de una norma sísmica no pueden garantizar por sí solas un buen comportamiento sísmico. Esto se debe a que este comportamiento está muy influido por la forma de dimensionamiento o diseño de los elementos estructurales, la cual*





*depende de la norma de diseño del material correspondiente, y muy particularmente, por la forma en que se ejecutó la construcción del edificio. A esto se debe agregar que la capacidad y seguridad sísmica de la estructura y elementos no estructurales se ven afectados por el nivel de deterioro a que se ve expuesto el edificio, a las modificaciones que se le ha realizado y a la severidad y características del evento sísmico.*

*En aquellos proyectos que se desee un objetivo de comportamiento mejor o una protección a la inversión o función deberán establecer requisitos adicionales a los expuestos en esta norma.*

*Las disposiciones de esta norma, particularmente para edificios de muros de hormigón armado, están inspiradas en el satisfactorio comportamiento que tuvieron estos edificios durante el sismo de marzo de 1985. Para mantener este buen comportamiento, los valores numéricos de los parámetros que intervienen en las expresiones para efectuar el análisis sísmico de edificios de hormigón armado, fueron calibrados de modo tal que algunos edificios tipo tuvieran la misma resistencia sísmica que la provista por la norma NCh433.Of72.”<sup>107</sup>*

**El Método de Análisis Modal Espectral** se basa en el desarrollo teórico para un espectro de diseño, relacionado con la zonificación sísmica de Chile y las características del suelo de fundación. Para su desarrollo se requiere evaluar matrices de masa y rigidez lateral del edificio y calcular los modos de vibrar. Luego se determinan los valores máximos de las contribuciones de cada modo y se aprecia el valor máximo de la respuesta que se esté evaluando. El espectro de diseño de la norma se calcula:

$$S_a = \frac{I A_0 \alpha}{R^*}$$

En que  $I$  es factor de categoría de la edificación,  $A_0$  aceleración efectiva según zona sísmica, para obtener el espectro de diseño a nivel de respuesta elástica y  $R^*$  es el factor de reducción del espectro y que está relacionado con la capacidad de

<sup>107</sup> Alcances a la NCh433.Of 1996. Tomás Guendelman B. y otros





absorción y disipación de energía del sistema estructural (ductilidad). *“Los valores de  $A_o$ , que determinan el nivel de intensidad del espectro de diseño, se han fijado para un sismo severo con baja probabilidad, 5% a 10%, de ser excedido durante la vida útil de los edificios”*<sup>108</sup>

El factor de reducción  $R^*$  se calcula como:

$$R^* = 1 + \frac{T^*}{0,10 T_o + \frac{T^*}{R_o}}$$

En que  $T^*$  es el período fundamental de vibración en la dirección de análisis,  $T_o$  depende del tipo del suelo y  $R_o$  es el factor de reducción de respuesta.<sup>109</sup> Los valores obtenidos en la tabla respectiva son mayores que los que deberían usarse por concepto de ductilidad y reflejan, según Riddell e Hidalgo, la sobrerresistencia típica de los edificios chilenos construidos en hormigón armado. Dichos valores también muestran la experiencia del sismo de 1985, con la idea que se siga prefiriendo la estructuración que privilegia el uso de muros en detrimento del uso de marcos rígidos, ya que la posibilidad de colapso ante sismos severos es mayor con la estructura flexible que con la de mayor rigidez.

Por otra parte, la norma considera una manera de defender los modelos flexibles, estableciendo un esfuerzo de corte basal mínimo:

$$Q_o \text{ mín} = \frac{I A_o P}{6g}$$

El esfuerzo de corte máximo se calcula de la misma manera que en el modelo estático.

$\alpha$  es un factor de amplificación de  $A_o$ , se calcula mediante la siguiente expresión:

<sup>108</sup> Riddell e Hidalgo

<sup>109</sup> Determinado según modelo estructural en tabla mostrada anteriormente





$$\alpha = \frac{1 + 4,5 \left( \frac{T_n}{T_0} \right)^p}{1 + \left( \frac{T_n}{T_0} \right)^3}$$

En que  $T_n$  es el período de vibración del modo  $n$ ,  $T_0$  y  $p$  son parámetros que dependen del tipo de suelo de fundación; dichos parámetros arrojan un dato específico para  $T_0$  y  $p$  según su clasificación de suelo<sup>110</sup>

### Diseño y Construcción de Fundaciones

Las solicitaciones transferidas al suelo por las fundaciones deben garantizar el traspaso de pesos propios, sobrecargas, más y también menos la solicitación sísmica, por el efecto de la escasa o nula tracción que resiste el terreno. Además se deberá verificar que la presión de contacto entre suelo y fundación sea tal que las deformaciones provocadas sean aceptables para la estructura.

### Norma Chilena NCh433.Of1996 Modificada en 2009

Durante el año 2001, un grupo de miembros de la Asociación Chilena de Sismología e Ingeniería Antisísmica, ACHISINA, se preocupó de clarificar y modificar los alcances de la norma de Diseño Sísmico de Edificios NCh433.Of1996. Entre los años 2002 al 2004 se envió la propuesta de ACHISINA a más de 600 profesionales y se situó para consulta en página Web de ACHISINA. Como la Ingeniería Sísmica debe estar a la vanguardia en forma permanente, este trabajo ha de tomar unos años más. En esencia, las principales modificaciones a la NCh433 1996 recién citada, son las que atañen a lo siguiente:

- Esta norma es aplicable a materiales o sistemas controlables, contenidos en una norma técnica de diseño sísmico, que al menos se pueda demostrar mediante ensayos cíclicos no lineales, que cuentan con la suficiente resistencia y ductilidad equivalente a los requerimientos de esta norma para materiales sísmicos convencionales.

<sup>110</sup> Como se vio anteriormente, según tablas, se definen cuatro tipos de suelo y valores para  $T_0$  y  $p$  según clasificación de suelo, en la norma NCh433





- Existe otra manera de clasificar las edificaciones según su categoría o importancia en números romanos I, II, III y IV
- La combinación de solicitaciones sísmicas con las cargas permanentes y sobrecargas de uso se deben hacer usando las reglas de superposición indicadas en Norma Chilena NCh3171<sup>111</sup>
- Tabla 6.1 que corresponde al valor de coeficiente I según categoría del edificio.

| Categoría del Edificio | I   |
|------------------------|-----|
| I                      | 0,6 |
| II                     | 1,0 |
| III                    | 1,2 |
| IV                     | 1,2 |

Valor Coeficiente I. Copiado por la autora de  
Norma chilena NCh433 1996 modificada el 2009

**FIG.5.17**

<sup>111</sup> NCh3171 corresponde a Diseño Estructural. Disposiciones Generales y Combinaciones de carga







## 5.1.5. Ingeniería sísmica en Chile.

### 5.1.5.1. Desarrollo histórico de la Ingeniería Sísmica en Chile.

En la opinión de Rodrigo Flores, la ingeniería sísmica es un producto del siglo XX, inspirada en grandes terremotos como el de San Francisco, California de 1906 y el de Kwantó, Tokyo, Japón de 1923. También el año 1906 marcó a Chile por el gran sismo destructor de la ciudad chilena de Valparaíso. Este terremoto afectó a Chile al extremo de provocar en las autoridades ansias de iniciar estudios sismológicos. Así el gobierno llegó a contratar al reputado sismólogo de la época Fernand Montessus de Ballore, quién dirigió el Instituto Sismológico de Chile creado en 1908.

En las primeras décadas del siglo XX, Estados Unidos de Norteamérica y Japón estaban a la vanguardia de los conocimientos sobre fuerzas sísmicas y estructuras adecuadas para resistirlas; la discusión era: estructuras flexibles o rígidas. En Japón se privilegiaba el modelo rígido, con limitación 6 pisos, debido al colapso de una estructura a raíz del terremoto de Kwantó. En cambio en California, USA, se propiciaba estructuras flexibles, a base de marcos rígidos capaces de otorgar resistencia y ductilidad. Esta discusión no sólo se produjo entre ambos países sino al interior de los mismos. La escuela norteamericana recurrió a la ductilidad, para reducir las fuerzas de diseño. Según Flores, el dotar de ductilidad también a los muros de rigidez, es un concepto de data reciente. El “modelo chileno de edificios” consiste en muros estructurales generalmente de gran densidad, normalmente combinados con marcos rígidos; hasta 1985 no se daba especial cuidado al detallamiento y hormigonado de nudos en encuentros entre vigas y pilares para lograr la ductilidad necesaria de la estructura. La razón ha sido que hasta esa fecha se observó un buen comportamiento del modelo estructural. Muchos edificios chilenos de esa tónica, que fueron construidos entre 1940 y 1960, tuvieron un excelente comportamiento en los sismos de 1985 y 2010. Por esa época no estaba en boga en Chile el diseño modal espectral. Aquellos edificios se caracterizaban por una estructuración simétrica, con torsión en planta mínima y continuidad de elementos resistentes hacia la base, con espesores y armaduras decrecientes según la altura.<sup>112</sup>

---

<sup>112</sup> FLORES, Rodrigo. (1993) Ingeniería Sísmica. Instituto de Ingenieros de Chile. Santiago de Chile





El problema de absorber fuerzas sísmicas horizontales con muros de fachada de escasa rigidez pronto requirió la necesidad de agregar otros muros. De esta forma se configuró el típico modelo de edificio chileno de alta densidad de muros.

A mediados de siglo XX, era común usar un coeficiente sísmico de 0,10, pues estaba vigente la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización de 1949; este coeficiente se aumentaba en 20% tomando en cuenta problemas de suelo. Luego se generalizó un coeficiente de 0,12 que se aumentaba en 10% para cálculo de elementos superiores como estanques de agua y casetas de ascensores, para evitar el efecto de látigo de esas construcciones. Las experiencias sísmicas posteriores indicaron que era bajo ese coeficiente, pues muchos estanques de agua superiores colapsaron con el sismo de 1985. Además se dejó de construir estanques superiores.

Se acostumbraba conectar fundaciones con vigas o cadenas según tradición japonesa. Los tabiques de pandereta de ladrillos se ligaban a la estructura y también fue falla frecuente ante sismos severos. No se daba importancia al detallamiento de nudos en marcos rígidos.

A partir de 1956, luego que la IAEE<sup>113</sup> tuviera su primer Congreso sobre Ingeniería Sísmica en San Francisco California, los ingenieros chilenos empezaron a utilizar las herramientas sobre diseño estructural más avanzadas y que los norteamericanos ya utilizaban, la dinámica de estructuras flexibles.

El material utilizado en los edificios chilenos de mediados de siglo y también en la actualidad es el hormigón armado.

Una estructura es dúctil cuando es capaz de soportar una gran deformación sin sufrir daño apreciable o pérdida de resistencia frente a las cargas recibidas.

---

<sup>113</sup> IAEE : International Association for Earthquake Engineering





## Edificios de hormigón armado

Gran parte de los edificios en Chile hasta 1985, se han diseñado para resistir fuerzas laterales menores a las que se desarrollarían para una estructura de respuesta elástica.<sup>114</sup> El nivel requerido de ductilidad puede variar, según el nivel de solicitación estimado en cálculo: puede ser reducido o bien llegar a pleno uso de ductilidad, por ejemplo consideraciones de especial detallamiento del hormigón armado. El característico modelo chileno de edificio correspondería, según Rodrigo Flores, al rango de ductilidad restringida.



FIG.5.18 Imagen Extraída de <http://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticiaID=15770>

*“Las construcciones de los edificios altos como Costanera Center, Titanium, Telefónica, Hotel Marriott y otros, basan su éxito en estructuras sanas, bien pensadas y construidas; simétricas o muy cercanas a simétricas y sin grandes irregularidades”, dice Alfonso Larraín<sup>115</sup>*

Para el ingeniero Larraín los disipadores de energía están contribuyendo a soportar sismos severos con bastante éxito. Comenta que la estructuración en altura debe tener muros no esbeltos y se debe evitar las irregularidades o grandes cambios de sección en la altura. *“Tras el 27 de febrero, el ingeniero civil destaca cómo se pudo observar defectos sólo en las discontinuidades de los primeros pisos o subterráneos,*

---

<sup>114</sup> Flores

<sup>115</sup> <http://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticiaID=15770>





*en la inmensa mayoría de los casos. “Los edificios que mantienen su geometría en la altura o con cambios menores bien estudiados, no tuvieron ni tendrán problemas en el futuro”, asegura el experto.*<sup>116</sup>

Los edificios de hormigón armado que presentaron fallas severas y colapso fueron aquéllos que o bien no presentaban continuidad estructural, especialmente en niveles bajos o no se construyeron según el proyecto de cálculo debido a la escasa o nula inspección de los actuales reglamentos.

### **Edificios de albañilería confinada**

En Chile se conoce con este nombre a aquélla en la cual se levanta primero la albañilería de ladrillos de arcilla, generalmente artesanales, para que sirvan parcialmente de moldaje a pilares y cadenas de hormigón armado que confinan la albañilería.<sup>117</sup> Este sistema es satisfactorio sísmicamente para edificios de hasta 4 pisos, cuando además colaboran al sismo losas y muros de hormigón armado, trabajando en armonía. La debilidad del sistema estaría en el último piso al aminorar la carga vertical, especialmente frente a la flexión lateral. Esto se agravaría en la opinión de Flores al no existir diafragma rígido a nivel de cubierta. Esta albañilería se rige por la Norma Chilena NCh433, mencionada y también por la NCh2123 Albañilería confinada -Requisitos de diseño y cálculo.

### **Edificios de albañilería armada**

En Chile esta albañilería es efectuada con ladrillos de arcilla cerámicos, cocidos a máquina, trabajados con armadura de acero entre hiladas horizontales y verticales a través de perforaciones efectuadas en los aparejos, rellenos con hormigón de gravilla. En el sismo de 1985, este tipo de estructura falló bastante por mala ejecución, entre otras cosas el mal hábito de incorporar mortero de pega en los orificios en lugar de hormigón. Las recomendaciones de Rodrigo Flores es usar este tipo de muro para máximo 2 pisos, para 4 o 5 es recomendable combinar con muros de hormigón armado. Se rige por la NCh433 y NCh1928.

### **Edificaciones de madera**

<sup>116</sup> <http://www.portalinmobiliario.com/diario/noticia.asp?NoticiaID=15770>

<sup>117</sup> Rodrigo Flores





Edificaciones a base de pilares y vigas de madera con arriostramiento y/o tabiquerías han dado buenos resultados frente a sismos en Chile. Es el sistema utilizado en el interior de las edificaciones de los conjuntos de principios de siglo, materia de la presente tesis.

### **Edificaciones de acero**

Edificaciones industriales como galpones, como también construcciones a base de pilares y vigas arriostradas y/o tabiquerías de acero han dado buenos resultados frente a sismos en Chile. Principal inconveniente: el fuego, por lo que la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización obliga a proteger.

### **Edificaciones de albañilería simple y adobe**

Albañilería con aparejos de adobe o ladrillos artesanales sin refuerzos, que deben ser capaces de absorber esfuerzos verticales y laterales. Interesa especialmente este tipo de construcción, puesto que la tipología de estudio en la presente tesis contempla esta materialidad en el perímetro de las viviendas. La norma chilena NCh433 castiga este tipo de edificación otorgándole un factor de modificación de respuesta  $R^*=2$ , lo que automáticamente le impone un fuertísimo coeficiente sísmico, según se vio en la aplicación de la norma chilena sismorresistente. Las construcciones antiguas de albañilería que han sobrevivido en un proceso de selección natural, según Rodrigo Flores, han resistido gracias a las siguientes consideraciones:

- Muros de considerable espesor.
- Trayectoria continua de esfuerzos, desde el origen de cada tensión hasta las fundaciones y su debido traspaso al suelo resistente.
- Un correcto amarre de las partes de la edificación, de modo que actúen como una unidad. La proporción y rigidez de los elementos, el refuerzo y los detalles de conexión, deben ser tales, de modo que puedan asemejarse a los esfuerzos del código de diseño empleado.
- El anclaje de muros a pisos y techumbre deberá cuidar que los muros no se abran provocando la caída de cubierta.





- Disminuir flexión lateral (sismo perpendicular al plano del muro), con elementos arriostrantes, de modo que no se genere ningún plano con riostras distantes.

### Sistemas de Control de respuesta Sísmica en edificaciones.

Según Rodrigo Flores, el avance tecnológico es tal, que cuando el presupuesto de una edificación lo permite, es conveniente ayudar a la estructura a disipar energía sísmica; se trata de incorporarle un sistema mecánico, de modo que absorba parte de la energía sísmica y la alivie en su disipación. Según Flores se puede plantear la siguiente ecuación global:

$E_{\text{sísmica}} = E_{\text{estructura}} + E_{\text{sistema mecánico}}$ , en que  $E$  = energía

Así la energía sísmica que afecta a la estructura se reduce. Con este objeto, se han ideado diversos dispositivos denominados sistemas de protección pasiva y activa. Los que están empezando a ser utilizados en Chile en grandes estructuras o de vialidad, son los de protección pasiva; en ellos no se incluye un esfuerzo exterior en el comportamiento de la estructura, en cambio aquéllos de protección activa, se incorpora fuerzas exteriores en un momento específico en la disipación de energía durante un sismo. Dentro de los pasivos tenemos sistemas de disipación y de aislación.

Es importante tener clara la manera en que el sistema conduzca la energía entregada por el sismo, su absorción y su disipación.<sup>118</sup> **Los sistemas de disipación**, serían los que disipan o eliminan energía en un sismo mediante grandes deformaciones soportadas por ciertos dispositivos, reduciendo las deformaciones en la estructura del edificio y aumentando su capacidad de disipación total; también son conocidos como amortiguadores sísmicos. En Chile se está usando dispositivos que utilizan elementos viscosos altamente deformables y metálicos que logran fluencia con facilidad.<sup>119</sup>

<sup>118</sup> Kitamura, Haruyuki, 1991, en Sistemas de Control de Respuesta Sísmica en Edificaciones. Oviedo y Duque. Revista EIA, ISSN 1794-1237 Número 6 p. 105-120 Diciembre 2006

<sup>119</sup> <http://www.cec.uchile.cl/~dicesco/aislacion.html>





### 5.1.5.2. Grandes Sismos Chilenos.

#### -Efectos en las Construcciones.

Chile es un país sísmico; *“presenta una de las mayores tasas de actividad sísmica y donde se han producido los mayores terremotos del planeta, de hecho prácticamente a diario ocurre sismo en Chile, los que generalmente no son percibidos por la población”*.<sup>120</sup> Hay terremotos que no figuran en este estudio. Se eligió aquéllos de magnitud superior a 8,0°; sin embargo, aquéllos de Talca en 1928 y Chillán en 1939 fueron incluidos pese a estar fuera del rango, por la gran destrucción que produjeron en las edificaciones.

#### - Valparaíso (1906)

Una sorprendente carta de predicción fue enviada al diario El Mercurio de Valparaíso el 6 de Agosto de 1906, diez días antes del gran terremoto<sup>121</sup>. Cerca de las 20 horas del 16 de agosto, se produjo el primer sismo, de aproximadamente 4 minutos. La gente salía a la calle a guarecerse bajo dinteles, algunos sin suerte pues cayeron cornisas, balaustres y en algunos sectores, fachadas completas. A los 15 minutos sobrevino el segundo remezón, de un minuto, pero tan fuerte que culminó con la destrucción de barrios como El Almendral, el Estero de Las delicias y la Plaza Aníbal Pinto, todos levantados en tierras de relleno.<sup>122</sup> *“... Los materiales de construcción empleados distan mucho de ser de mediana calidad siquiera... .El ladrillo chileno se hace contra todas las prescripciones que rigen en esta materia...”* (Hormidas Henríquez, 1906)

<sup>120</sup> [http://www.paritarios.cl/especial\\_sismo.htm](http://www.paritarios.cl/especial_sismo.htm)

<sup>121</sup> “*REPUBLICA DE CHILE*

*ARMADA NACIONAL*

*Pronóstico sobre fenómenos atmosféricos:*

*La Sección de Meteorología de la Dirección del Territorio Marítimo ha pronosticado fenómenos atmosféricos y sísmicos para el día 16 del presente mes, basada en las siguientes observaciones:*

*El día fijado habrá conjunción de Neptuno con la Luna y máximo de declinación norte de ésta.*

*A causa de estas situaciones de los astros, la circunferencia del círculo peligroso pasa por Valparaíso y el punto crítico formado con la del Sol cae sobre las inmediaciones del puerto.*

Cap. Arturo Middleton.

Valparaíso, agosto 6 de 1906”

<sup>122</sup> <http://www.angelfire.com/nt/terremotoValparaíso/>







**FIG.5.19** Calle Blanco esquina Edwards

[http://www.memoriachilena.cl/temas/documento\\_detalle2.asp?id=MC0012825](http://www.memoriachilena.cl/temas/documento_detalle2.asp?id=MC0012825) DIBAM

Vistas del terremoto: 16 de agosto de 1906. Valparaíso: J. W. Hardy, 1906 (Valparaíso: Universo) [2], 97 p.

Treinta y nueve incendios siguieron a la catástrofe. El Barrio El Almendral ardió por completo, desde la Plaza de La Victoria hasta el Cerro Barón; no quedó en pie ninguna vivienda en este sector. Tres mil muertos y más de veinte mil heridos.

En el Almendral se registra actividad sísmica con anterioridad a este terremoto: 1730, 1822 y 1851. *“La mayor parte de las viviendas ubicadas en esta área han sido siempre dañadas. Esta zona urbana triangular corresponde a una antigua playa en la costa, construida en sucesivas etapas de apropiación de terrenos (detalles en Astroza 2006, 2007; Saragoni 2006, 2007; Sturm 2008; ver también Indirli 2010b)”*.<sup>123</sup>

En 1910, para el primer centenario de la Nación, se erigían valiosos edificios y se delineaban nuevamente las calles destruidas.<sup>124</sup>

<sup>123</sup> Revista ingeniería de construcción versión On-line ISSN 0718-5073

[http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732010000100002&script=sci\\_arttext](http://www.scielo.cl/scielo.php?pid=S0718-50732010000100002&script=sci_arttext)

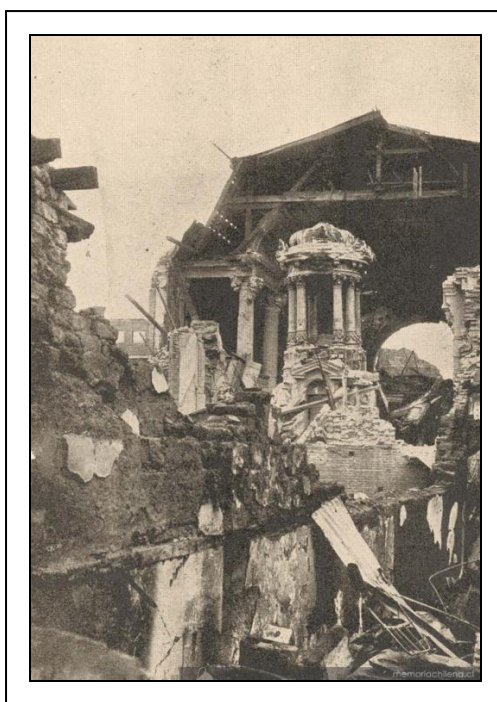
<sup>124</sup> [http://www.ciudaddevalparaíso.cl/inicio/patrimonio\\_historia\\_sxxi.php?id\\_hito=14](http://www.ciudaddevalparaíso.cl/inicio/patrimonio_historia_sxxi.php?id_hito=14)





La magnitud asignada por la USGS<sup>125</sup> para este terremoto fue 8,39 en escala Richter (en base a los antecedentes, ya que dicha escala no había sido inventada aún).<sup>126</sup>

Lo positivo de este evento fue la **fundación del Servicio Sismológico Nacional** en 1908, cuando el rector de la Universidad de Chile, don Valentín Letelier lo fundara instalando la primera estación sismológica en el cerro Santa Lucía, ciudad de Santiago.<sup>127</sup>



**FIG.5.20.** Interior de la Iglesia de La Merced

[http://www.memoriachilena.cl/temas/documento\\_detalle.asp?id=MC0012825](http://www.memoriachilena.cl/temas/documento_detalle.asp?id=MC0012825) DIBAM

Vistas del terremoto: 16 de agosto de 1906. Valparaíso: J. W. Hardy, 1906 (Valparaíso: Universo) [2], 97 p.

<sup>125</sup> United States Geological Survey, Science for a Changing World. Es una agencia científica del gobierno de los Estados Unidos de América. El USGS controla el Centro Nacional de Información Sísmica (*National Earthquake Information Center*) en Golden, (Colorado), que se encarga de detectar la localización y magnitud de terremotos alrededor del mundo.

[http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio\\_Geol%C3%B3gico\\_de\\_los\\_Estados\\_Unidos](http://es.wikipedia.org/wiki/Servicio_Geol%C3%B3gico_de_los_Estados_Unidos)

<sup>126</sup> <http://www.angelfire.com/nt/terremotoValparaiso/>

<sup>127</sup> [http://www.paritarios.cl/especial\\_sismo.htm](http://www.paritarios.cl/especial_sismo.htm)





**FIG.5.21.** <http://www.dgf.uchile.cl/montessus/foto01.html> Fernand de Montessus de Ballore  
Primer Director del Servicio Sismológico, 1908 – 1923

Hubo maremoto de escasa importancia, ya que las aguas se elevaron 60 cm sin producir daños en el puerto. Se observó solevantamientos de la costa en Pichilemu-Llico por el sur y Quintero-Zapallar por el norte del orden de 40 a 80 cm. La zona de ruptura comprendió posiblemente desde Los Vilos hasta Llico con una extensión probable de 330 km.<sup>128</sup>

### - Vallenar (1922)

A las 23:53 horas del 10 de Noviembre de 1922 la tierra se estremeció en el norte de Chile entre Vallenar y Coquimbo, aunque fue percibido desde Antofagasta por el norte hasta Santiago por el sur. Por el poniente se sintió en las Islas San Félix y San Ambrosio. Sismo IX a X grados en la escala de Mercalli, con una magnitud de 8.5 Richter. Un total de 880 fallecidos y numerosos heridos y damnificados.<sup>129</sup> Estaciones sismológicas de Bélgica, Italia, España, Brasil, Grecia, Argelia, Egipto y Argentina registraron también el sismo.<sup>130</sup> Treinta minutos después del terremoto vino un tsunami, que inundó los pueblos costeros entre Antofagasta y Chañaral. Crónicas de la época señalan que Copiapó, Vallenar y Freirina, las ciudades más afectadas, habrían estado construidas sobre terrenos de acarreo y

<sup>128</sup> Sergio Barrientos P. y Edgar Kausel V. Principales Características sísmicas del terremoto de 1985. Instituto de Ingenieros y Hachette. Santiago de Chile. 1993.

<sup>129</sup> [http://www.onemi.cl/archivos/1/22/file\\_20100518\\_5094.pdf](http://www.onemi.cl/archivos/1/22/file_20100518_5094.pdf)

<sup>130</sup> <http://www.angelfire.com/nt/otrosterremotosChile/>





Vallenar sobre sectores de pantanos, incluso en el radio urbano. Es necesario añadir que sobre estas áreas que no cumplían con las normas básicas de edificación, se asentaban edificaciones de adobe o tapiales, más vulnerables a los sismos, si no cumplen ciertos criterios de estructuración y cimentación. La Iglesia de Vallenar fue uno de los pocos edificios que resistió el terremoto.<sup>131</sup>

La ciudad de Chañaral fue embestida por marejadas que alcanzaron los nueve metros de altura destruyendo el centro de la urbe. En los puertos de Caldera y Carrizal Bajo las olas destruyeron recintos aduaneros y de ferrocarriles. Pese a todo no se registró pérdidas humanas.<sup>132</sup>



**FIG.5.22** Fotos Gentileza: Mario Rojas Madrid.

Imagen Extraída de <http://www.elnoticierodelhuasco.cl/terremoto-de-1922-en-la-memoria-de-vallenar.html>

<sup>131</sup> Construida con tabiques de caña. <http://www.elnoticierodelhuasco.cl/terremoto-de-1922-en-la-memoria-de-vallenar.html>

<sup>132</sup> Boletín "Vallenar, De Villa a Ciudad Educadora", Ilustre Municipalidad de Vallenar  
Fotos Gentileza: Mario Rojas Madrid. <http://www.elnoticierodelhuasco.cl/terremoto-de-1922-en-la-memoria-de-vallenar.html>





**FIG.5.23** Terremoto en Copiapó. Calle Carreras entre Yerbas Buenas y Gana

<http://www.geovirtual.cl/Literatur/Terremotos/Gilliss1851esp.htm#Foto1>

Colección Museo Regional de Copiapó

### **-Talca (1928)**

La madrugada del primero de Diciembre de 1928, a las 00:06 hora local,<sup>133</sup> tuvo lugar un terremoto de intensidad X a XI escala de Mercalli y magnitud 7,6 Richter. Se sintió desde Antofagasta hasta Puerto Montt. Talca y Constitución fueron las ciudades más afectadas.<sup>134</sup> Se calcularon 300 víctimas fatales y un centenar de personas heridas y damnificadas. Lo positivo que se obtuvo después de este siniestro fue la discusión de una Ley y Ordenanza General de Construcciones y Urbanización que entró en vigencia, como ya se mencionó en Noviembre de 1935, cuatro años antes del terremoto de Chillán.

El sismo tuvo su epicentro al oriente de Talca, en la Cordillera de Los Andes, zona de volcanes Descabezado Grande, Descabezado Chico y Quizapú. El 75% de las viviendas de Talca quedaron destruidas.<sup>135</sup>

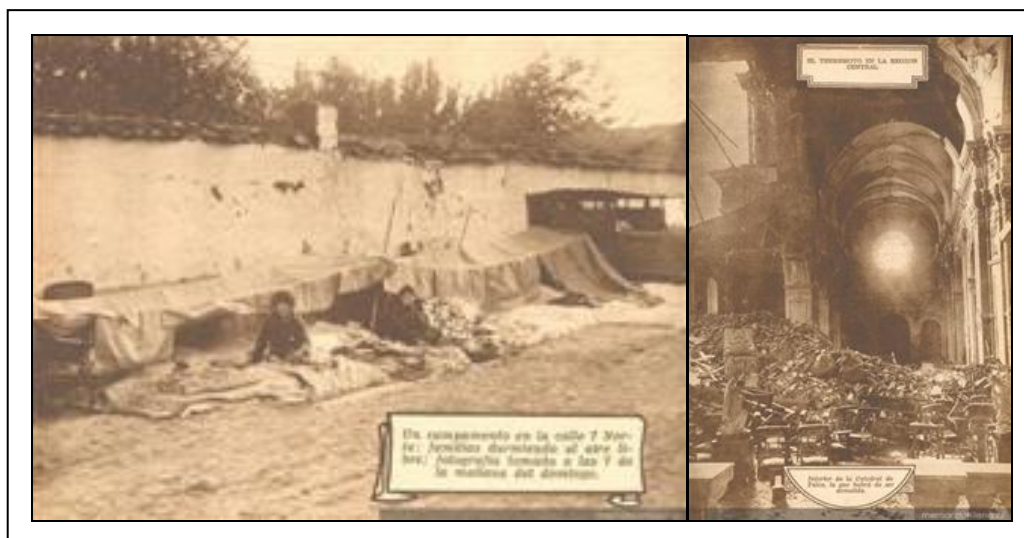
Muchas de las víctimas fueron provocadas por el desplome del Tranque Barahona, el cual vertió 314.000 metros cúbicos de agua y 4 millones de toneladas de material sólido, producto de relaves del mineral de cobre de El Teniente.<sup>136</sup>

<sup>133</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto\\_de\\_Talca\\_de\\_1928](http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Talca_de_1928)

<sup>134</sup> <http://www.emol.com/especiales/terremotos/chile.htm>

<sup>135</sup> <http://blogs.lanacion.com.ar/archivoscopio/archivoscopio/chile-terremoto-de-talca-y-curico-en-1928/> Teresa Aversa

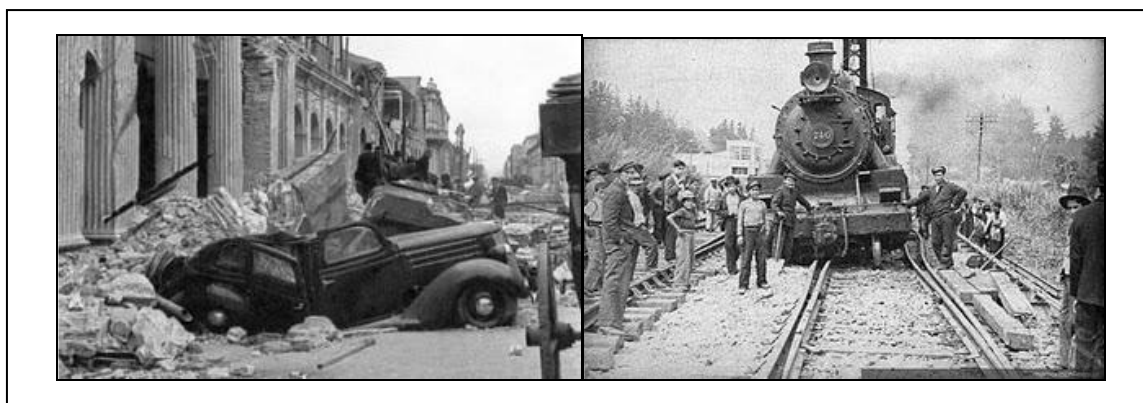




**FIG.5.24** La gente durmió en las calles. Imagen extraída de [http://www.quetalca.cl/reportajes/Terremoto\\_1928/index.htm](http://www.quetalca.cl/reportajes/Terremoto_1928/index.htm)

### -Chillán (1939)

Aproximadamente a las 11.30 horas de la noche del 24 de enero de 1939,<sup>137</sup> se produjo un terremoto horroroso, que arrasó con las ciudades de Concepción, Chillán, Valdivia y Puerto Montt. El remezón que se sintió en Santiago, sembró la alarma en los habitantes de la capital.<sup>138</sup> Miles de heridos y las cifras de damnificados varían desde seiscientos mil hasta un millón setecientos mil. Había sido magnitud 7,8 grado Richter e Intensidad grado XI Mercalli.<sup>139</sup>



**FIG.5.25.** <http://chile-catastrofes-tragedias.blogspot.com/2010/07/terremoto-chillan-24-de-enero-de-1939.html>

La ciudad de Chillán que para esa época contaba con 41.000 habitantes, habría perdido unos 25.000. La cruz que impone la actual catedral, pues la que existía

<sup>136</sup> <http://www.sismo24.cl/500sismos/730h1928talca.html>

<sup>137</sup> <http://www.sismo24.cl/500sismos/730h1939chil.html>

<sup>138</sup> Diario La Discusión, Chillán, 13 de Abril de 2008

<http://www.sismo24.cl/500sismos/730h1939chil.html>

<sup>139</sup> <http://chile-catastrofes-tragedias.blogspot.com/2010/07/terremoto-chillan-24-de-enero-de-1939.html>



quedó sepultada, inició su construcción a fines del año 1939 y fue terminada en 1959, sus treinta y seis metros de altura sobre el terreno simbolizan la pérdida de casi cuarenta mil muertos que produjo el terremoto en la zona sur.<sup>140</sup> La cruz simboliza la resurrección, pues extiende sus brazos de sur a norte en agradecimiento al país y a muchas naciones por su gran colaboración.<sup>141</sup>



**FIG.5.26** Cruz Monumental de la Catedral de Chillán

[http://es.wikipedia.org/wiki/Catedral\\_de\\_Chill%C3%A1n](http://es.wikipedia.org/wiki/Catedral_de_Chill%C3%A1n)

El sismo se inició como un fuerte remezón que volteó la mayoría de las edificaciones, de las 3.526 construcciones, 1.645 se derribaron totalmente. Los servicios de comunicaciones y electricidad quedaron interrumpidos. La estación de ferrocarril y muchas manzanas completas quedaron en el suelo. Los días siguientes el olor a cadáveres en descomposición era impresionante. El presidente de la República Pedro Aguirre Cerda visitó Chillán y ordenó su reconstrucción.<sup>142</sup>

Este gran sismo no ha sido el único para Chillán, pues se conoce terremotos de magnitud considerable en 1751, 1835, 1939, 1953, 1960, 2010, pero el de 1939 marcó historia en Chile y en la normativa posterior.

No fue un sismo de fricción entre placas, sino un sismo profundo, producto de esfuerzos extensionales que rompieron la placa oceánica, sismo intraplaca. Producto de estos esfuerzos, se modificó la topografía de la región, como la elevación de un

<sup>140</sup> Diario La Discusión, Chillán, 13 de Abril de 2008

<http://www.sismo24.cl/500sismos/730h1939chil.html>

<sup>141</sup> VI-e Virtual Educativo / Chile en el siglo XX

<sup>142</sup> Diario La Discusión, Chillán, 13 de Abril de 2008

<http://www.sismo24.cl/500sismos/730h1939chil.html>







metro de Cordillera de la Costa en relación a la Planicie Litoral, donde emplaza Concepción. Al mismo tiempo subió un metro la Depresión Central en relación a la Cordillera de la Costa, en el área de Quillón. Esto indica que las fallas que limitan el bloque de la Cordillera de la Costa, se encuentran activas. Este sismo profundo permitió que fuese percibido desde Arica, intensidad Mercalli Modificada III, hasta Aysén, intensidad IV.<sup>143</sup>

El parlamento aprobó la creación de la Corporación de Fomento y Reconstrucción (CORFO), institución a través de la cual el gobierno dirigió la reconstrucción del país y el fomento de la actividad industrial<sup>144</sup>

Este evento dejó un gran aporte a la ingeniería sísmica, puesto que la Ordenanza General de Construcciones y Urbanización de 1931 mostró un buen resultado. Seis casas en Chillán que tuvieron un comportamiento satisfactorio fueron construidas en albañilería confinada, según especificaciones de dicha normativa; para producir buena integración entre el pilar de confinamiento y la albañilería, se construye primero ésta, dejando el hueco con rugosidades para hormigonar el pilar después. Este método de edificación se había probado en Italia en el terremoto de Mesina en 1908.<sup>145</sup>

| Tipo de edificación                 | % del total | % en buen estado | % deterioradas | % semidestruidas | % derrumbadas |
|-------------------------------------|-------------|------------------|----------------|------------------|---------------|
| Adobes                              | 62,6        | -                | 35             | 8                | 59            |
| Ladrillos                           | 24,2        | -                | 43             | 13               | 44            |
| Madera                              | 3,0         | 4                | 88             | 8                | -             |
| Albañilería con cadenas de concreto | 4,5         | 53               | 31             | 5                | 11            |
| Hormigón Armado                     | 0,2         | 80               | -              | 20               | -             |
| Tabique de adobe                    | 5,5         |                  | 86             | 8                | 6             |

**FIG.5.27** Daños observados en una muestra de 3482 viviendas Rodrigo Flores. Ingeniería Sísmica en Chile.

<http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed428/rodrigoflores.html>

<sup>143</sup> [http://www2.udec.cl/gema/Terr\\_siglo\\_XX/24\\_1\\_1939.html](http://www2.udec.cl/gema/Terr_siglo_XX/24_1_1939.html)

<sup>144</sup> [http://www.memoriachilena.cl/temas/index.asp?id\\_ut=losterrorremotosenlahistoriadechile\(1570-1960\)](http://www.memoriachilena.cl/temas/index.asp?id_ut=losterrorremotosenlahistoriadechile(1570-1960))

<sup>145</sup> Rodrigo Flores. Ingeniería Sísmica en Chile. <http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed428/rodrigoflores.html>





### -Sur de Chile (Valdivia) (1960)



**FIG.5.28** Terremoto de 9,5° de 1960 (Chile). Causó miles de muertos peatom.info

<http://www.google.com/images?um=1&hl=es&biw=1280&bih=709&tbs=isch:1&sa=1&q=terremoto+chile+1960&aq=f&aql=&aq=&og=>

Un fuerte sismo de foco superficial removió la zona sur de Chile. Era el 21 de Mayo de 1960 a las 6:02:52 horas. Su epicentro tuvo lugar en la costa de la península de Arauco, actual región del BíoBío. Su magnitud 7,5 Richter y VIII a IX en Escala de Mercalli Modificada.<sup>146</sup> Durante ese día y el siguiente se registraron numerosas réplicas de magnitudes Richter 6,5, 7,5y 7,8. El primer movimiento produjo el derrumbe del puente carretero de 2 kilómetros de extensión sobre el río BíoBío que comunicaba las ciudades de Concepción con Lota y Coronel.<sup>147</sup> Treinta minutos después sobrevino un segundo sacudón que volteó las edificaciones recién afectadas por el primer movimiento. Afortunadamente no hubo víctimas fatales pues la población había abandonado sus hogares precaviendo algún desastre mayor, Las comunicaciones con el resto del país se interrumpieron; el periodista Enrique Folch había captado señales de radioaficionados de la zona y pudo informar a la capital lo sucedido. El presidente de la República don Jorge Alessandri Rodríguez suspendió las ceremonias del conmemorado 21 de Mayo, Día de las Glorias Navales y el clásico mensaje presidencial desde el Congreso Nacional. La zona central se movilizó, igual que la comunidad internacional, para ir en auxilio de la zona afectada. Mientras llovía torrencialmente, se sintió un tercer movimiento, los cortes eléctricos originaron incendios. Las tuberías de agua se reventaron. Muchas edificaciones mantenían sus fachadas, pese a que la mayoría estaban destruidas en su interior.

<sup>146</sup> <http://www.angelfire.com/nt/terremotoValdivia/terremotode1960.html>

<sup>147</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto\\_de\\_Valdivia\\_de\\_1960](http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Valdivia_de_1960)





Al día siguiente, 22 de Mayo de 1960 se produjo una catástrofe peor que la recién comentada. Aproximadamente a las 15:00 horas se sintió un fuerte sismo en la ciudad de Valdivia; once minutos más tarde se advirtió el terremoto conocido históricamente como “el más grande de la historia” documentada: 9,6<sup>148</sup> grados escala de Richter.<sup>149</sup> Se abrieron surcos en la calle; la ciudad se hundió aproximadamente un metro y quedó aislada del resto del país. El río Calle Calle entró por el centro de la ciudad inundándola. Cerca de las 16.00 horas el agua empezó a retroceder a gran velocidad de la costa. Veinte minutos después emergió una ola de ocho metros de altura en el mar entre Concepción y Chiloé a una velocidad aproximada de ciento cincuenta km/h y enseguida otra ola de diez metros de alto. Este maremoto sepultó pueblos como Queule, Puerto Saavedra y Corral. Muy pocas personas alcanzaron a huir de esta terrible catástrofe.

Las edificaciones de Puerto Montt estaban en su mayoría volteadas. Pescadores de la zona que se refugiaron en sus botes, perecieron con el maremoto. El viaducto del Malleco, reliquia metálica del siglo XIX, quedó afectado al punto que no pudo servir de conector ferroviario.

Se evidenció la importancia de la calidad de suelos en el comportamiento de estructuras. Muchos daños fueron causados por fallas en terrenos. Se observó asentamientos diferenciales en zapatas aisladas. La licuación del terreno inducida por el terremoto causó numerosos estragos.<sup>150</sup>

La evacuación del Lago Riñihue hacia el Río San Pedro se obstruyó<sup>151</sup>, debido a que el gran terremoto había desmoronado muchos cerros bloqueando su desagüe y se vaticinaba una enorme catástrofe que podría rebalsar y devastar los pueblos que encontrarse a su paso hasta Valdivia. El Lago subía 33 centímetros diarios, lo cual

---

<sup>148</sup> Las magnitudes pueden aparecer con diferentes valores para un mismo evento, porque obedecen a distintos modos de calcular dichos valores. Ver al respecto tema magnitud en punto 2.1.6. Comentario autora.

<sup>149</sup> Enviado por [Francisco J Leiva González](#) | Lun, 31/05/2010 - 11:52.

<http://www.contenidoslocales.cl/comunidad/6403/terremoto-en-valdivia-1960>

<sup>150</sup> Rodrigo Flores. Ingeniería Sísmica en Chile. <http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed428/rodrigoflores.html>

<sup>151</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto\\_de\\_Valdivia\\_de\\_1960](http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Valdivia_de_1960)





vaticinaba un mal presagio. Afortunadamente se concretó una gran obra de ingeniería, gracias al esfuerzo de muchos profesionales y trabajadores; se logró descargar el Lago.<sup>152</sup> Con este trabajo se evitó la pérdida de numerosas vidas y construcciones, aunque algunos terrenos quedaron bajo el agua. El Riñihue es el último de una serie de siete lagos interconectados, que desagua a través del río San Pedro el cual recorre numerosas localidades hasta llegar a Valdivia y finalmente al Pacífico.



**FIG.5.29.** Imagen Extraída de <http://www.contenidoslocales.cl/comunidad/6403/terremoto-en-valdivia-1960>

Los terremotos de Mayo de 1960 permitieron por primera vez en el mundo que se registrara la vibración de toda la tierra, fenómeno predicho por Poisson en 1813 (Rodrigo Flores). Se percibió los modos normales de vibrar en torsión según el plano del ecuador y en elongación y achatamiento de la distancia entre los polos; tiempos de 54 y 44 minutos respectivamente.

Fue tal el efecto de este terremoto, que afectó al Cinturón de Fuego del Pacífico; a Hawai llegó una ola de diez metros, quince horas después del sismo. También

<sup>152</sup> Participaron ingenieros de ENDESA, Obras Públicas y CORFO, dirigidos por el ingeniero Raúl Sáez. Rodrigo Flores. Ingeniería Sísmica en Chile. <http://www2.ing.puc.cl/~iing/ed428/rodrigoflores.html>





afectó a Japón, Filipinas y Nueva Zelanda. Después de tan terrible suceso, se creó el Centro de Alerta de Tsunami del Pacífico, con sede en Ewa Beach, Hawai.<sup>153</sup>



FIG.5.30 Imagen Extraída de <http://www.angelfire.com/nt/terremotoValdivia/terremotode1960.html>

<sup>153</sup> **Pacific Tsunami Warning Center.** In the aftermath of the 1960 Chilean earthquake and tsunami which devastated Chile, killed dozens in Hawai and perhaps as many as 200 people in Japan, the nations of the Pacific decided to coordinate efforts to prevent such loss of life from ever occurring again in the Pacific Basin due to destructive ocean-crossing tsunamis. Under the auspices of the United Nations, the Intergovernmental Oceanographic Commission (IOC) established the Intergovernmental Coordination Group for the Pacific Tsunami Warning System (ICG/PTWS) in 1968. The U.S. offered the Ewa Beach center as the operational headquarters for the Pacific Tsunami Warning System, and the facility was re named the Pacific Tsunami Warning Center. <http://www.weather.gov/ptwc/history.php>



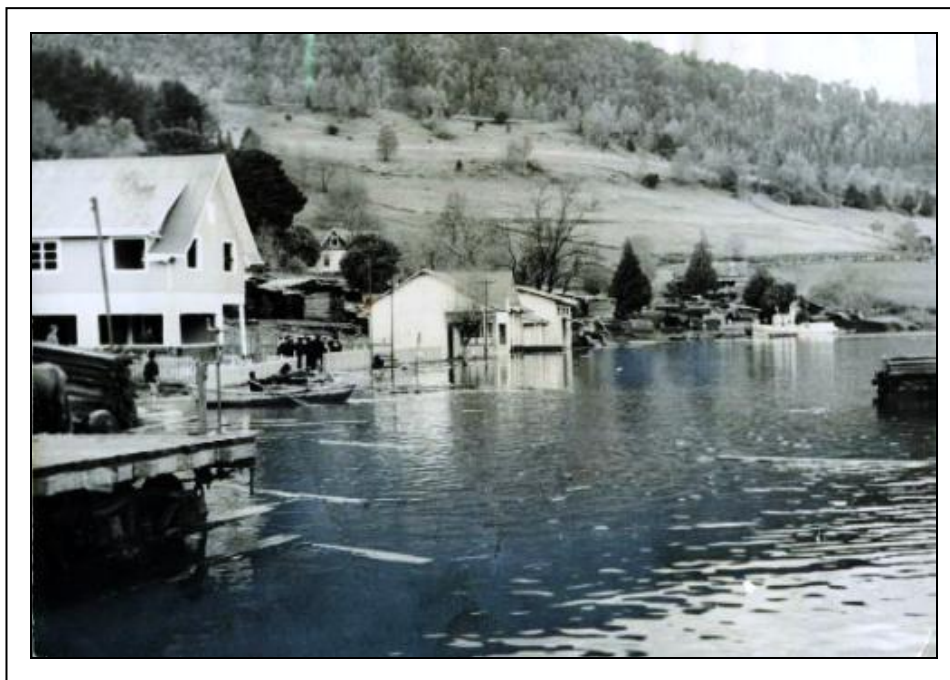


FIG.5.31. Imagen Extraída de <http://www.angelfire.com/nt/terremotoValdivia/terremotode1960.html>



FIG.5.32 Imagen Extraída de <http://www.google.cl/imgres?imgurl=http://lialdia.com/wp-content/uploads/2010/03/terremoto-1960-1.jpg&imgrefurl=http://lialdia.com/2010/03/mayor-terremoto-jamas-medido-en-el-mundo-ocurrio-en-chile/&h=240&w=320&>







### -Zona Central (1985)

En la zona central de Chile se sintió un fuerte sismo, el día 3 de Marzo de 1985 a las 19:47 hora local, 22:47 UTC, de intensidad entre V y XI Mercalli y magnitud Richter 8,0.<sup>154</sup> Otras fuentes especifican magnitud 8,0 Mw y 7,8 Ms.<sup>155</sup> Las ciudades más afectadas fueron San Antonio, Alhué, Melipilla y Rengo. Su epicentro se ubicó en Algarrobo. Dejó 177 muertos, 2.575 heridos, 979.792 damnificados y 142.489 viviendas dañadas.<sup>156</sup> Se observó desprendimientos de tierra, abertura de pavimentos con destrucción en Ruta 5 en varias partes, caída de puentes y desperfectos en la infraestructura de muchas ciudades con servicios interrumpidos por largo tiempo. Las instalaciones portuarias (especialmente San Antonio) resultaron con daños severos. Se evaluó daños por mil cuarenta y seis millones de dólares. Santiago la capital que alberga un 40% de la población del país, también se vio afectada con gran intensidad. El epicentro se ubicó en la Latitud 33°14'25" y Longitud 72°2'24",<sup>157</sup>



FIG.5.33. Imagen Extraída de <http://www.angelfire.com/nt/terremotosdeChile2/>

Fue la primera vez en Chile que un sismo fuese registrado por un gran número de acelerógrafos.

<sup>154</sup> <http://www.emol.com/especiales/terremotos/chile.htm>

<sup>155</sup> [http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto\\_de\\_Santiago\\_de\\_1985](http://es.wikipedia.org/wiki/Terremoto_de_Santiago_de_1985)

<sup>156</sup> <http://www.emol.com/especiales/terremotos/chile.htm>

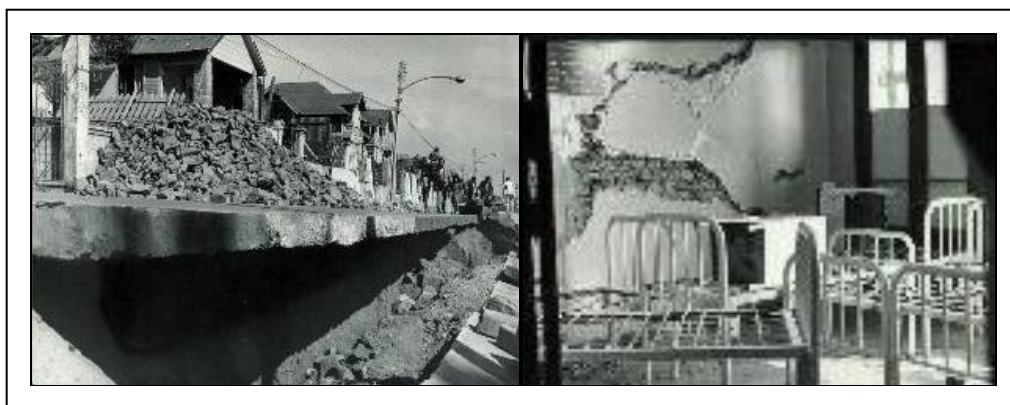
<sup>157</sup> <http://www.angelfire.com/nt/terremotosdeChile2/>







Estudios posteriores al sismo, efectuados por investigadores de la Universidad de Chile<sup>158</sup>, mostraron que las comunas de la Región Metropolitana: Santiago Centro, Las Condes, Providencia, San Miguel y Ñuñoa están erigidas sobre suelo formado esencialmente por ripio o grava y prácticamente no se observaron daños; en cambio Quinta Normal, Renca, Estación Central y otras levantadas sobre suelo fino o mezcla de arcilla, arena fina, limosa y ceniza volcánica, presentaron daños.<sup>159</sup> También es importante destacar que el tipo predominante de edificación en las primeras comunas era albañilería reforzada con refuerzos de hormigón armado, mientras que en las segundas, dominaba las construcciones de albañilería simple sin refuerzos y adobe macizo.



**FIG.5.34.** Testimonios Fotográficos de las consecuencias del terremoto del año 1985 en Chile. Imágenes extraídas de <http://www.angelfire.com/nt/terremotosdeChile2/>

*“Este terremoto, sin embargo, no fue un sismo entre las placas de Nazca y de América del Sur, sino un terremoto al interior de la placa de Nazca bajo la costa chilena”<sup>160</sup>*

<sup>158</sup> <http://www.angelfire.com/nt/terremotosdeChile2/>

<sup>159</sup> Ver plano de tipos de suelo de la Región Metropolitana de Santiago en punto 2.2.3. (Nota de la autora)

<sup>160</sup> Sismicidad de Chile Raúl Madariaga Laboratoire de Odologie, TIRA 1316, Ecole Normale Supérieure, 24 Rue Lhomond, 75231 Paris Cedex 05, France y Département de Sismologie, Université Denis Diderot de Paris 7, France Física de La Tierra tS5N: 0214-4557 1998, n.º 10: 221-255

<http://>

<sup>160</sup> Conocido también [/revistas.ucm.es/fis/02144557/articulos/FITE9898110221A.PDF](http://revistas.ucm.es/fis/02144557/articulos/FITE9898110221A.PDF)





## -Concepción (2010) <sup>161</sup>



**FIG.5.35.** Ciudad de Curicó. IRD / Rose-Marie Ojeda. Imagen Extraída de:  
<http://es.ird.fr/la-mediateca/fichas-cientificas/355-chile-la-tierra-temblo-y-la-costa-se-elevo>

El día 27 de Febrero de 2010, a las 03:34 hora local hubo un gran terremoto de magnitud  $M_w = 8,8$ , siendo el mayor sismo registrado instrumentalmente en el mundo (Kanamori 2010).<sup>162</sup> El hipocentro se ubicó en las coordenadas  $36^{\circ} 17' 23''$  S, y  $73^{\circ} 14' 20''$  W, a una profundidad estimada de 30 km (Barrientos, 2010). El epicentro a 8 km al poniente de Curanipe, provincia de Cauquenes, VII región del Maule.<sup>163</sup> El sismo ocurrió sobre el límite de contacto entre las placas de Nazca y Sudamericana en una longitud estimada de 450 km y un ancho de 150 km (Barrientos, 2010). Según registros el evento duró 120 segundos.

Se determinó intensidades en 98 localidades, por inspección visual de daños en sectores cercanos a la Plaza de Armas de cada localidad. Se efectuó utilizando la relación entre distribución del daño y la intensidad sísmica (Monge y Astroza, 1989), considerando que es una metodología en práctica en Chile, en que se acepta que las viviendas de adobe pertenecen a una Clase A de vulnerabilidad, las de albañilería de ladrillo sin refuerzo a una Clase B y las de albañilería confinada a una

<sup>161</sup> Conocido también como terremoto del Maule.

<sup>162</sup> XXXIV Jornadas Sul-Americanas de Engenharia Estrutural. San Juan. Argentina. 27 de setembro a 01 de outubro de 2010.  
[http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Articulo\\_EcuadorChile\\_1.pdf](http://biblioteca.espe.edu.ec/upload/Articulo_EcuadorChile_1.pdf)

<sup>163</sup> Servicio Nacional de Geología y Minería SERNAGEOMIN  
[http://www.sernageomin.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=523&Itemid=295](http://www.sernageomin.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=523&Itemid=295)





Clase C de vulnerabilidad. Luego la información se llevó a planos y se logró determinar que las curvas isosistas trazadas a partir de las intensidades presentaron una forma muy regular asociada a la clasificación de Suelo tipo II que menciona la norma chilena Nch433,1996, modificada el 2009 y que no consideraría los efectos favorables o desfavorables que podría generar otro tipo de suelo.

Según Aguilar y Astroza, sería un sismo del tipo interplaca y que la longitud de ruptura estaría relacionada con la isosista de intensidad VII.<sup>164</sup>

El terremoto y maremoto que siguió provocaron alrededor de quinientos muertos, ochocientos mil damnificados y 1,2 millones de personas con algún grado de afectación (SERNAGEOMIN).<sup>165</sup> Doscientas mil viviendas destruidas o con daños severos, cerca de tres mil escuelas inhabilitadas, cuantiosos daños en hospitales. Puentes derrumbados, servicios de electricidad y teléfonos cortados. Las pérdidas se estiman entre 15 y 30 mil millones de dólares.<sup>166</sup> La costa se levantó hasta 2,5 metros en algunos sectores, proyectándose el litoral sobre el mar hasta 500 metros.

Efectos geológicos del terremoto: El SERNAGEOMIN elaboró un informe y recomendaciones después del terremoto, los que en esencia se resumen como sigue:

Existen fenómenos geológicos en la zona destruida por el evento, que se activaron con el terremoto y que constituyen peligro para las personas y bienes materiales del lugar:<sup>167</sup>

- Tsunami en el borde costero.
- Licuefacción de arenas y suelos finos.
- Remociones en masa.

<sup>164</sup> Dos Lecciones Sismológicas del Mega Sismo <http://www.cicp-ec.com/pdf/Ecuador-Chile.pdf>

<sup>165</sup> Servicio Nacional de Geología y Minería.

[http://www.sernageomin.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=523&Itemid=295](http://www.sernageomin.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=523&Itemid=295) El año 1980,

SERNAGEOMIN fue creado a partir de la unión del Instituto de Investigaciones Geológicas y el Servicio de Minas del Estado, con el objetivo de ser el asesor técnico especializado del Ministerio de Minería en materias geológicas y mineras.

[http://www.sernageomin.cl/index.php?option=com\\_content&task=view&id=13&Itemid=135](http://www.sernageomin.cl/index.php?option=com_content&task=view&id=13&Itemid=135)

<sup>166</sup> Fichas científicas Rose-Marie Ojeda Chile : la tierra tembló y la costa se elevó <http://es.ird.fr/la-mEDIATECA/fichas-cientificas/355-chile-la-tierra-temblo-y-la-costa-se-elevo>

<sup>167</sup> Efectos geológicos del sismo del 27 de Febrero 2010: Evaluación preliminar y propuesta de actividades futuras (Inf-nac-01) Abril 2010. <http://www.sernageomin.cl/pdf/terremoto2010/INF-Nac-01.pdf>





- Posible reactivación de fallas geológicas.
- Alzamientos y hundimientos del terreno.



**FIG.5.36.** Efectos del tsunami en Dichato. Imagen Extraída de <http://www.sernageomin.cl/pdf/terremoto2010/INF-Nac-01.pdf>

La Subdirección Nacional de Geología de SERNAGEOMIN desarrolló sus actividades post evento siguiendo dos líneas de acción:

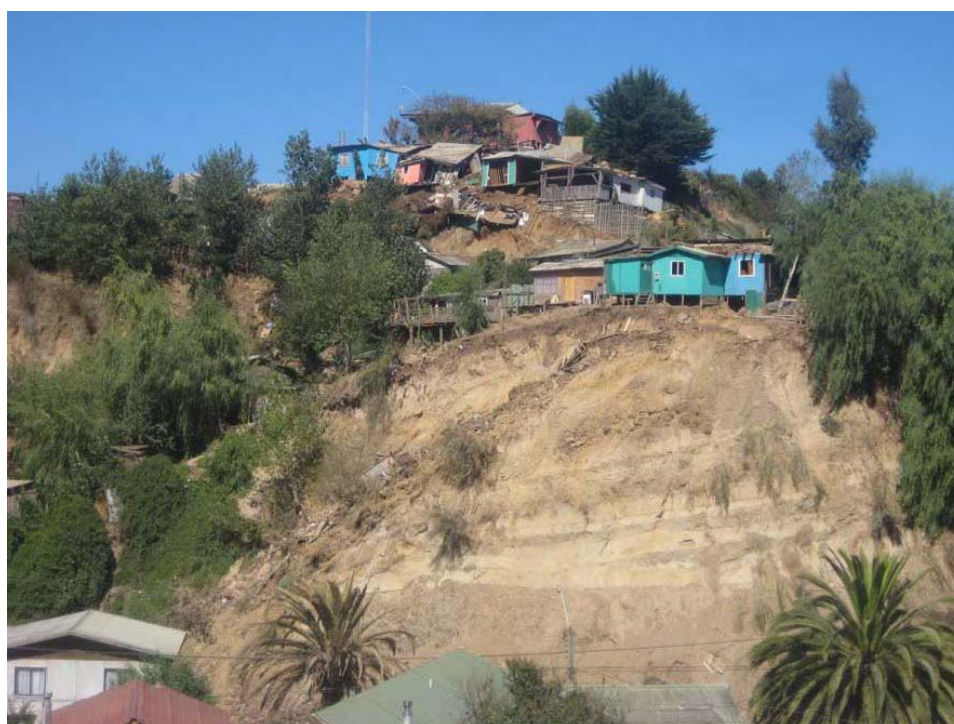
1. Asistencia geológica a emergencias solicitadas, principalmente, por instituciones del Estado.
2. Obtención de información para identificar y comprender los procesos y fenómenos geológicos asociados, lo cual será la base de reconstrucción de lugares siniestrados. Finalmente este Servicio elaboró alrededor de 80 informes de asistencia, en relación a Regiones de Valparaíso, O'Higgins, Maule, BíoBío, Araucanía y Los Ríos.





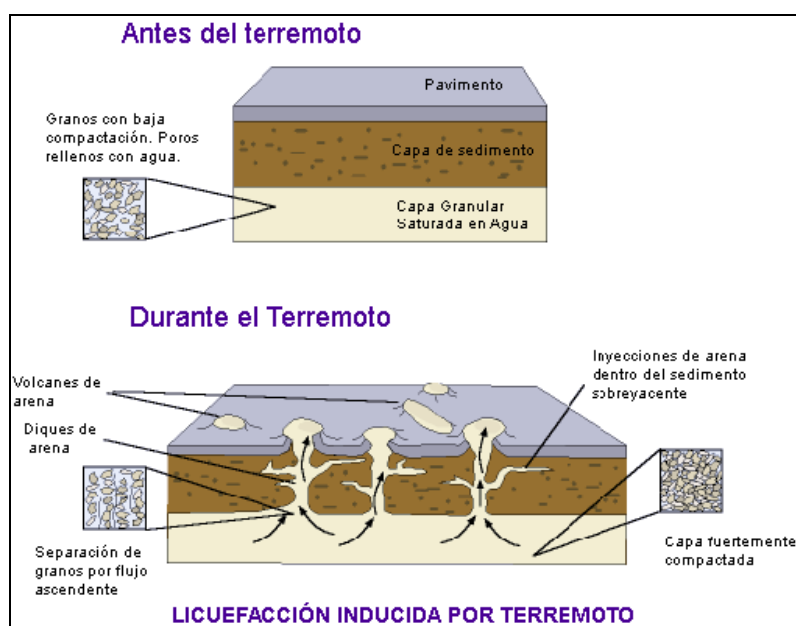


**FIG.5.37.** Grietas provocadas por licuefacción del terreno. Cahuil. Imagen Extraída de <http://www.sernageomin.cl/pdf/terremoto2010/INF-Nac-01.pdf>



**FIG.5.38.** Remociones en masa. Constitución. Imagen Extraída de <http://www.sernageomin.cl/pdf/terremoto2010/INF-Nac-01.pdf>





**FIG.5.39** Esquema de licuefacción inducida por terremotos en suelos arenosos. Antes del sismo los granos de arena presentan una baja compactación. Durante el sismo los granos se sueltan y tanto agua como lodo salen a la superficie generando una mayor compactación y hundimiento de los suelos. Traducida de <http://wapi.isu.edu/EnvGeo5earthqks/images/liquefaction.gif>.

Imagen en <http://www.sernageomin.cl/pdf/terremoto2010/INF-Nac-01.pdf>

La Subdirección comprobó la existencia de fenómenos geológicos en los efectos destructivos del terremoto sobre edificaciones e infraestructura:

- Como principal consecuencia del maremoto, está la pérdida de vidas, construcciones, infraestructura vial, industrial y portuaria, servicios y comercio. Se recomienda evitar la construcción de servicios prioritarios básicos bajo la cota 15 – 20 m s.n.m., identificada como zona de mayor riesgo.
- Respecto del estudio de licuefacción de arenas y suelos finos, se comprobó la existencia de grietas y deslizamientos de laderas y terrazas que causaron embancamiento en cauces de ríos y esteros (Carampangue, Lebu, Raqui). Se verificó deslizamientos y grietas de terrenos que ocasionaron asentamiento y/o agrietamiento de edificios, casas e infraestructura vial con destrucción total o parcial de los mismos (borde Río Biobío, viviendas en Yaquil, viviendas en Cochoa, Ruta 5-Sur, Ruta L-30-M, etc. Se observó expulsión de agua y sedimentos a través de grietas y orificios esencialmente sobre rellenos antrópicos encima de humedales (Población Santo Domingo,





calle Los Canelos, Constitución). Se concluye que es de vital importancia contar con estudios de mecánica de suelos antes de edificar viviendas y obras civiles. Se sugiere, mientras no exista tal conocimiento, la prohibición de edificar viviendas y obras de infraestructura en las zonas afectadas por el sismo del 27 de febrero 2010.

- En relación a las Remociones en masa, se activaron y/o reactivaron, mediante derrumbes y deslizamientos, dañando edificaciones e infraestructura vial. La presentación de grietas en las cabeceras de los deslizamientos y al pie de los mismos afectó a construcciones, calles y carreteras, dañando sus estructuras, originando asentamientos y derrumbes y en muchos casos destrucción total o parcial de ellas (Arauco, Curanilahue, Talcahuano, Constitución, Radal, Iloca, Caleta Duao, San Clemente, Curepto). Se determina que estas zonas son factibles de ser reactivadas por otros sismos o por lluvias, por lo cual es recomendable abstenerse de construir viviendas e infraestructura en áreas dañadas.
- En cuanto a reactivación de fallas geológicas, se detectó destrucción de edificaciones e infraestructura emplazadas sobre la posible traza de las mismas, cuya reactivación se mostraría a través de profundas grietas, asentamientos diferenciales y destrucción preferencial y alineada. Es el caso de una falla paralela al estero Marga Marga en Viña del Mar, (dirección NW) donde se denotó destrucción de edificios en esa zona en el plano de la ciudad. Este fenómeno también se observó en Machalí (Santiago), donde los mayores estragos sobre edificaciones estudiadas se emplazan sobre depósitos de “ignimbrita Pudahuel”, que sigue la traza de una falla en dirección NNE. Con estos antecedentes es recomendable la evaluación de la peligrosidad de estas fallas geológicas antes de construir o reconstruir viviendas en dichas zonas.
- Referente a alzamientos – hundimientos del terreno, el Sernageomin señala que de mediciones realizadas el 13 de Marzo de 2010 en las cercanías de Punta Tucapel, Lebu, en condiciones de marea baja, se reveló un alzamiento mínimo de 1,5 m asociado al terremoto del 27 de Febrero. Este evento produjo una retracción de las líneas de marea con el consecuente aumento del área de playa y levantamiento de nivel base de ríos (Lebu y





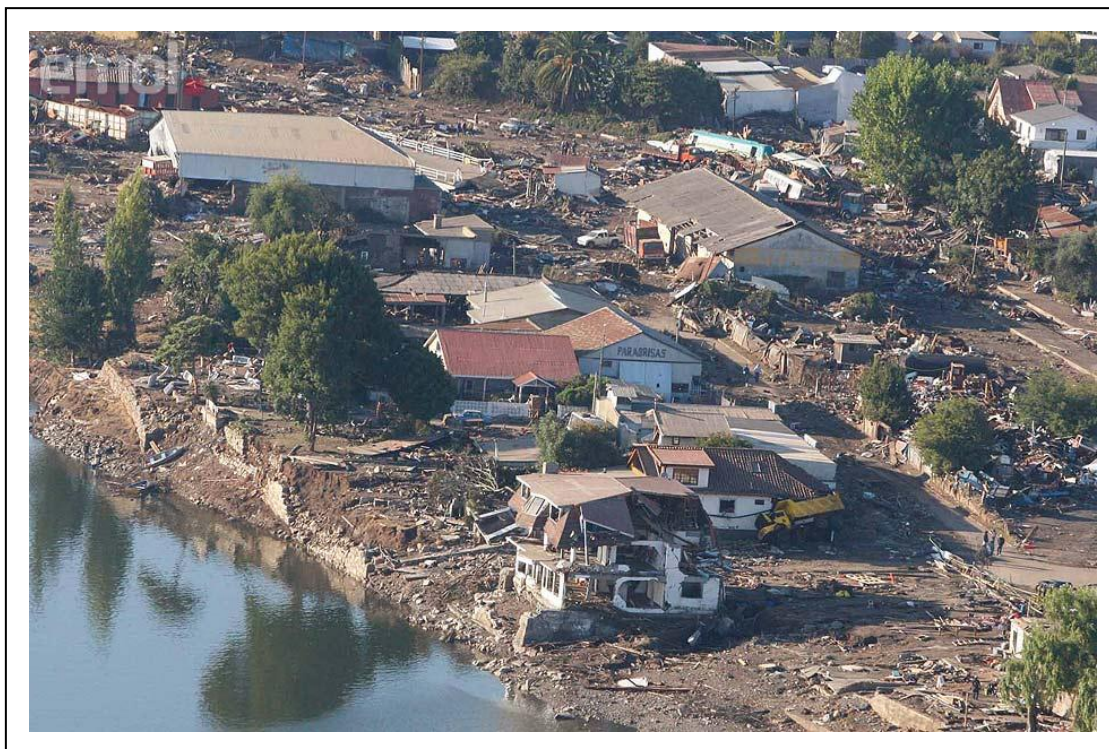


otros). Hacia el Norte y hacia el Sur de Lebu, quedaron expuestos extensos afloramientos de rocas sedimentarias subhorizontales, roqueríos e islotes. Dicho evento además produjo embancamiento de embarcaciones artesanales en las cercanías de la desembocadura del río Lebu.

- En relación a la actividad eruptiva volcánica propia tras terremotos sobre magnitud 8, no se ha observado reactivación ni incremento de actividad. Se ha efectuado monitoreo instrumental de algunos volcanes y se planea extender la cobertura en volcanes cercanos al área de ruptura. Existe colaboración internacional para mantener vigilancia en temperatura y gases y de cualquier cambio en los volcanes no instrumentados.



**FIG.5.40.** Pavimento destruido tras terremoto del año 2010 en Chile. Extraído de:  
<http://www.emol.com/especiales/2010/mapas/terremoto-chile/estado-carreteras.html>



**FIG.5.41.** Dichato. Foto Juan Eduardo López. El Mercurio

[http://www.emol.com/especiales/2010/fotos\\_AD/terremoto\\_chile\\_aereas/index.htm](http://www.emol.com/especiales/2010/fotos_AD/terremoto_chile_aereas/index.htm)

## 5.1.6. Prevención de Desastres Sísmicos

### 5.1.6.1. Educación para la Prevención de Desastres

*“Debemos partir de una premisa: demos instrumentos e información a la gente que le ayuda a la gente. Los científicos cuentan con herramientas tecnológicas y la capacidad para estudiar los fenómenos, pero eso sirve de muy poco cuando sus investigaciones no se traducen en información práctica y a la mano de la gente común y corriente”.*<sup>168</sup>

Chile es un país de sismos frecuentes, que debemos aprender a conocer y soportar adecuadamente. El ser humano debe ser responsable de elegir su territorio de asentamiento y conocer las zonas de alto riesgo. La prevención se inicia con la información.

Es importante elaborar información adecuada para niños, que sea práctica y útil para toda la población. La información técnica hay que traducirla a información práctica.

<sup>168</sup> Educación para la Prevención de Desastres. Dr. Carlos Valdés González. Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Marzo 2007. [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/proteccion\\_civil.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/proteccion_civil.pdf)



El Dr. Carlos Valdés González, ingeniero geofísico de la UNAM aconseja lo siguiente:

- *Prevenir significa actuar con anticipación para evitar que algo ocurra.*
- *Identificar el grado de vulnerabilidad ante el mismo fenómeno.*
- *El uso de escenarios nos permite una mejor prevención.*
- *Conocer sobre sistemas de alerta temprana.*
- *Reconocer el impacto y las lecciones de los fenómenos registrados en los últimos tiempos.*
- *La prevención debe ser un motivo nacional. Incluso los países con bajos ingresos pueden prevenir y hacerlo efectivamente.*

Es recomendable durante un terremoto cuidarse de caídas de objetos o estructuras mayores. Identificar en cada espacio los lugares de resguardo. Si un terremoto tiene magnitud Richter mayor a 7,5<sup>o</sup> y es originado en la profundidad del océano, es posible que se generen tsunamis (se necesita vibraciones verticales de gran amplitud). Es importante estar atentos a las instrucciones otorgadas por la autoridad competente. En el caso de existir alerta de tsunami, es necesario refugiarse en un lugar ubicado al menos 20 metros sobre el nivel del mar en un tiempo máximo estimado de quince minutos. No obstante, si se observa que el mar se recoge después de un terremoto, no es necesario esperar aviso de la autoridad para ir al lugar de protección recomendado. El maremoto es peligroso únicamente en la costa, ya que es el lugar donde las olas aumentan su altura. Se recomienda que las embarcaciones se dirijan mar adentro donde la profundidad sea mínimo de 150 metros. Es aconsejable alejarse de ríos, esteros y quebradas, debido a que es el posible lugar de penetración de un tsunami, por varios kilómetros tierra adentro.<sup>169</sup> De ser posible, llevar una mochila con elementos de emergencia (agua, comida, radio, linterna, etc.)

---

<sup>169</sup> Instrucciones distribuidas por el departamento de Geofísica de la Universidad de Chile, correspondiente a un resumen de una sección de Informe Técnico: “Terremotos: Cuatro Libros en Uno” [http://www.geofisica.cl/Tempo/Info\\_Terremotos.pdf](http://www.geofisica.cl/Tempo/Info_Terremotos.pdf)





SERNAGEOMIN, luego de elaborar un informe técnico post terremoto Concepción 2010, ejecutó recomendaciones Generales, a Corto, Mediano y Largo Plazo.<sup>170</sup>

Corto Plazo: Generación de información geológica, con el objeto de reconstruir viviendas temporales y/o definitivas e infraestructura general en las zonas afectadas mayoritariamente por el evento 2010. Esto implica revisión y actualización de Planos Reguladores vigentes, según Decreto Minvu N° 47, artículo 2.1.17, según el cual se reclama estudios fundamentados sobre riesgos geológicos, elaborados por profesionales especialistas. Esto será la base para mejorar y calibrar normas de construcción a nivel nacional.

Mediano y Largo Plazo:

- Elaboración de la cartografía geológica básica y temática, esencialmente sobre peligro geológico.
- Organizar planes de trabajo a nivel nacional, regional e intercomunal, con el objeto de reducir riesgo especialmente asociado a fenómenos naturales. Se recomienda con urgencia trabajar en el tramo geotectónico Arica-Iquique, por antecedentes de recurrencia sísmica.
- Considerar experiencia e iniciativa de otros países, que podrían servir de base de implementación a nivel nacional
- Es posible que lo anterior requiera la reformulación de la legislación e institucionalidad vigente, incluyendo a ONEMI, el servicio sismológico, SERNAGEOMIN, las normativas de construcción y los instrumentos de Planificación Territorial.

---

<sup>170</sup> Efectos geológicos del sismo del 27 de Febrero 2010: Evaluación preliminar y propuesta de actividades futuras (Inf-nac-01) Abril 2010. <http://www.sernageomin.cl/pdf/terremoto2010/INF-Nac-01.pdf>





#### 5.1.6.2. Protección Civil

Aún no es posible predecir los fenómenos naturales, razón por la cual es importante prepararse con sistemas de alerta temprana.<sup>171</sup> La protección civil es un tema pendiente no desarrollado en países sísmicos latinoamericanos, que correspondería estudiar; debería contar con un marco legislativo, una identificación de las instituciones e infraestructura humana y física, para afrontar los eventos naturales y minimizar sus consecuencias, inversión en seguridad y convenios de colaboración.

- Marco legislativo: certificación de leyes de protección civil que deberán cubrir los fenómenos naturales recurrentes de la región, sobre la base de datos históricos documentados. Confeccionar reglamentos y guías oficiales, que deberán ser revisados con periodicidad.
- Identificación de las Instituciones e Infraestructura humana y física: es importante identificar todos los sectores, instituciones e individuos que deberán trabajar en armonía, con el fin de mantener la infraestructura humana y física, para afrontar los eventos naturales y minimizar sus consecuencias.
- Inversión en Seguridad: Incentivar la inversión en seguridad con los fundamentos apropiados para crear conciencia en la población sobre su utilización. Procurar el equipamiento necesario para todo tipo de eventos naturales recurrentes. Formar, certificar y controlar la vigencia del personal encargado de la protección civil de la población. Educar a los habitantes sobre protección civil.
- Convenios de Colaboración: Identificar sectores, instituciones y gobiernos con los que se pueda trabajar mancomunadamente a través de convenios nacionales e internacionales para otorgar y recibir ayuda en el caso de un evento natural.

---

<sup>171</sup> Patricia Zúñiga Bello. Física de Radiaciones Aplicada. Egresada UNAM Foro Consultivo Científico y Tecnológico. Marzo 2007 [http://www.foroconsultivo.org.mx/libros\\_editados/proteccion\\_civil.pdf](http://www.foroconsultivo.org.mx/libros_editados/proteccion_civil.pdf)





### 5.1.6.3. Agencias Internacionales de Ayuda

Chile ha recibido ayuda de numerosas agencias y países luego del terremoto de 2010, sin embargo se ha seleccionado aquéllas relevantes para el desarrollo sísmico y de la construcción.

La Agencia de Cooperación Internacional del Japón (JICA), *asiste y apoya a los países en vías de desarrollo como la agencia ejecutora de la AOD<sup>172</sup> japonesa. De acuerdo con su visión de “Desarrollo Inclusivo y Dinámico”, JICA apoya la resolución de los problemas de los países en vías de desarrollo utilizando las herramientas más adecuadas de los diferentes métodos de asistencia y un enfoque combinado concebido en función de la región, el país y la problemática a los que se destinan.*<sup>173</sup>

Luego del terremoto del 27 de Febrero de 2010, el gobierno de Japón ofreció ayuda financiera a las autoridades chilenas, así como envío de expertos y apoyo para ejecución de proyectos de infraestructura y equipamiento de las zonas más afectadas.<sup>174</sup> Se destaca la construcción del Hospital de Hualañé en la región del Maule, 11 proyectos Comunitarios de Seguridad Humana “APC” en las regiones V, VII, VIII y IX, envío de expertos en áreas de alta especialización técnica, cooperación gubernamental por más de US\$ 3 millones, envío de materiales de emergencia, aportes de empresas japonesas en Chile por US\$ 2,8 millones y capacitación de expertos para establecer el sistema de alerta temprana.<sup>175</sup>

En concreto, la asistencia japonesa en el período 2010-2011 ha sido:

- Envío de materiales de emergencia por un monto de US\$ 330.000
- Envío de US\$ 3.000.000 para la adquisición de equipamientos médicos.
- Aporte privado de empresas japonesas de la cámara Chileno Japonesa de Comercio e Industria por 2,8 millones de dólares
- Aporte de ONG japonesas

<sup>172</sup> AOD Ayuda Oficial al Desarrollo. Una de las formas en que Japón otorga préstamos económicos a países en desarrollo. Actualmente la modalidad de AOD está siendo materia de debate, su rentabilidad, fines que persigue, etc. [http://www.cr.emb-japan.go.jp/sobre\\_japon/politica\\_exterior/discursos\\_ministro/AOD\\_060119.htm](http://www.cr.emb-japan.go.jp/sobre_japon/politica_exterior/discursos_ministro/AOD_060119.htm)

<sup>173</sup> [http://www.jica.go.jp/english/news/field/index\\_es.html](http://www.jica.go.jp/english/news/field/index_es.html)

<sup>174</sup> [http://www.cr.emb-japan.go.jp/sobre\\_japon/politica\\_exterior/discursos\\_ministro/AOD\\_060119.htm](http://www.cr.emb-japan.go.jp/sobre_japon/politica_exterior/discursos_ministro/AOD_060119.htm)

<sup>175</sup> Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 28 Febrero 2011 Embajada de Japón en Chile entrega balance de cooperación post terremoto y anuncia publicación para niños sobre desastres naturales. <http://asiapacifico.bcn.cl/noticias/balance-ayuda-japon-a-chile-post-terremoto>





- El gobierno japonés aportó 2,15 millones de dólares para la reconstrucción del hospital de Hualañé, región del Maule.
- El gobierno japonés llevó a cabo 11 proyectos del área de salud, educación y bienestar público durante el año 2010, como apoyo a la reconstrucción en Chile.
- Cooperación Técnica e intercambio académico. Se firmó convenio de cooperación en abril de 2010, orientado a la transferencia técnica y asesoría en construcciones antisísmicas, sistemas de alerta temprana y monitoreo de terremotos y tsunamis.
- JICA contribuyó al establecimiento de un Sistema Regional de Gestión de Riesgos, enviando expertos y capacitando chilenos como expertos en Japón.
- El 22 de Octubre de 2010, el ministro de Obras Públicas en Chile junto a un representante de JICA firmaron el Proyecto de “Desarrollo de Capacidades en Eventos Sísmicos y Tsunamis”
- Entre el 12 y el 17 de Diciembre de 2010, dos expertos japoneses en Análisis de Tsunamis y Observación de Sismos visitaron Chile y trabajaron con profesionales de Onemi<sup>176</sup>, Shoa<sup>177</sup> y otros organismos.

Finalmente se anunció la publicación del libro “¡Peligro ante un Tsunami!”, proyecto de seguridad ciudadana frente a maremotos impulsado por JICA, el programa Explora de CONICYT<sup>178</sup> y la universidad de Concepción para inicios del semestre otoño 2011.<sup>179</sup>

La Agencia de Estados Unidos para el Desarrollo Internacional (USAID) proporcionó US\$ 50.000 para financiar suministros de emergencia a través de su embajada en Chile.<sup>180</sup>

<sup>176</sup> Oficina Nacional de Emergencia. Ministerio del Interior [www.onemi.cl](http://www.onemi.cl)

<sup>177</sup> Servicio Hidrográfico y Oceanográfico de la Armada. [www.shoa.cl](http://www.shoa.cl)

<sup>178</sup> Comisión Nacional de Investigación Científica y Tecnológica Gobierno de Chile. [www.conicyt.cl](http://www.conicyt.cl)

<sup>179</sup> Biblioteca del Congreso Nacional de Chile. 28 Febrero 2011 Embajada de Japón en Chile entrega balance de cooperación post terremoto y anuncia publicación para niños sobre desastres naturales. <http://asiapacifico.bcn.cl/noticias/balance-ayuda-japon-a-chile-post-terremoto>

<sup>180</sup> <http://www.america.gov/st/develop-spanish/2010/March/20100303132348esnamfuak0.11224.html>







La Agencia de Cooperación Internacional de Chile (AgCI ) a través de Fondo Chile-México, destinó nuevos recursos para reconstruir el borde costero chileno afectado por el terremoto de 2010.<sup>181</sup>

#### 5.1.6.4. Monitoreo Sísmico

La división Estructuras-Construcción-Geotecnia del departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile, utiliza una red de acelerógrafos a través de todo el país, con el objeto de registrar terremotos para fines de investigación.

LOCALIZACION DE ESTACIONES - ENERO 2011

| Región | Localidad            | Equipo          | Tipo                |
|--------|----------------------|-----------------|---------------------|
| XV     | Arica                | Etna Estación 1 | Campo libre Digital |
|        |                      | Etna Estación 2 | Campo libre Digital |
|        |                      | QDR Estación 1  | Campo libre Digital |
|        |                      | QDR Estación 2  | Campo libre Digital |
|        | Poconchile           | Etna            | Campo libre Digital |
|        | Putre                | QDR             | Campo libre Digital |
| I      | Pisagua              | Etna            | Campo libre Digital |
|        | F. Baquedano         | QDR             | Campo libre Digital |
|        | Alto Hospicio        | QDR             | Campo libre Digital |
|        | Iquique              | Etna Estación 1 | Campo libre Digital |
|        |                      | Etna Estación 2 | Campo libre Digital |
|        | Puerto Patache       | CUSP3A          | Campo libre Digital |
|        | Pica                 | Etna            | Campo libre Digital |
|        | El Loa               | Etna            | Campo libre Digital |
| II     | Calama               | Etna            | Campo libre Digital |
|        | San Pedro de Atacama | Etna            | Campo libre Digital |
|        | Tocopilla            | Etna Estación 1 | Campo libre Digital |
|        |                      | Etna Estación 2 | Campo libre Digital |
|        | Michilla             | Etna            | Campo libre Digital |
|        | Mejillones           | Etna            | Campo libre Digital |
|        | Antofagasta          | Etna Estación 1 | Campo libre Digital |
|        |                      | Etna Estación 2 | Campo libre Digital |
| III    | Copiapó              | QDR             | Campo libre Digital |

<sup>181</sup> [www.agci.cl/que-es-agci/apuntes-destacados/noticias/fondo-chile-mexico-destina-nuevos-recursos-para-reconstruccion-del-borde-costero/](http://www.agci.cl/que-es-agci/apuntes-destacados/noticias/fondo-chile-mexico-destina-nuevos-recursos-para-reconstruccion-del-borde-costero/)





|      |                 |                     |                         |
|------|-----------------|---------------------|-------------------------|
|      | Vallenar        | QDR                 | Campo libre Digital     |
| IV   | Puente Amolanas | K2                  | Campo libre Red Local   |
| V    | Viña del Mar    | MT. Whitne-Etna-QDR | Campos libres Red Local |
| RM   | Santiago        | K2                  | Red Local               |
|      |                 | SAA-2 Estación 1    | Campo libre Red Local   |
|      |                 | SAA-2 Estación 2    | Campo libre Digital     |
|      |                 | QDR Estación 1      | Campo libre Digital     |
|      |                 | QDR Estación 2      | Campo libre Digital     |
|      |                 | QDR Estación 3      | Campo libre Digital     |
| VI   | Rancagua        | QDR                 | Campo libre Digital     |
|      | Pichilemu       | CUSP3B              | Campo libre Digital     |
| VII  | Curico          | QDR                 | Campo libre Digital     |
| VIII | Concepción      | Etna                | Campo libre Digital     |
| IV   | Angol           | QDR                 | Campo libre Digital     |
| XIV  | Valdivia        | QDR                 | Campo libre Digital     |

FIG.5.42 <http://www.terremotosuchile.cl/#intro>

Los equipos dispuestos en edificios y obras civiles están destinados a rastrear sismos en diferentes condiciones de suelo. La Universidad de Chile desarrolla esta labor a través de RENADIC (Red Nacional de acelerógrafos<sup>182</sup>). El Departamento de Ingeniería Civil de la Universidad de Chile sostiene redes de inscripción de terremotos en todo el país. Los equipos están emplazados en edificaciones de un piso y en ciertos casos, cercanos a ellas. Es fundamental el reconocimiento del tipo de suelo, razón por la cual cada antecedente debe ser analizado cuidadosamente, debido a la posible interacción suelo – estructura.<sup>183</sup>

La Universidad de Chile, a través de su departamento de Geofísica realizó el año 2000 un estudio sobre vulnerabilidad sísmica en el Hospital de Arica, colocando un acelerógrafo en terrenos del hospital<sup>184</sup>. Este instrumento forma parte de un proyecto de investigación conjunta entre el Departamento de Geofísica de la Universidad de Chile y el Institut du Globe de Strassbourg, Francia. El terremoto del 23 de Junio de

<sup>182</sup> Acelerógrafo: instrumento sismográfico que registra la aceleración del terreno en función del tiempo. El Sismógrafo registra movimientos vibratorios. Departamento de Asuntos Humanitarios /DAH)Glosario términos convenidos internacionalmente relativos a gestión de desastres. <http://vcd.crid.or.cr/page8.html>

<sup>183</sup> Informe Preliminar Red Nacional de Acelerógrafos (RENADIC) Terremoto Centro – Sur Chile 27 de Febrero de 2010. [http://magic.un.org.mx/chile/UdeCHILE\\_Informe\\_N1\\_20100301\\_Ing\\_Civil\\_Inf\\_2\\_Ver\\_1.pdf](http://magic.un.org.mx/chile/UdeCHILE_Informe_N1_20100301_Ing_Civil_Inf_2_Ver_1.pdf)

<sup>184</sup> <http://www.hospitalseguro.cl/hosp/HOS2002.pdf>





2001 del norte de Chile y sur de Perú, registrado con este instrumento, sirvió de base para el proyecto de reforzamiento de la torre I del Hospital. Por otra parte, el gobierno Suizo donó a la Universidad de Chile a través de sus Departamentos de Ingeniería Civil y Geofísica, equipamiento de registro sísmico por un valor cercano a cien millones de pesos chilenos, para investigar sobre el posible gran terremoto que podría ocurrir en cualquier momento en el norte chileno. Con este gran aporte y gracias al apoyo del Ministerio de Salud y de DINRED<sup>185</sup> la Universidad instaló instrumentos de registro en diversos hospitales de la zona norte. Calama contará con un nuevo Hospital. Será antisísmico y se espera que entre en funcionamiento en Agosto de 2012.



FIG.5.43. Infraestructura Hospitalaria en Calama<sup>186</sup>. [www.hospitalaria.cl](http://www.hospitalaria.cl)

La instrumentación sísmica de edificios en el mundo es restringida, a excepción de Estados Unidos (USA) y Japón. La información registrada en estos países ha sido trascendental para medir criterios de diseño estructural en las edificaciones y la comprensión de su desempeño estructural, lo cual se ha reflejado en sus constantes renovaciones de normativa. Por lo mismo, en países sísmicos de menor desarrollo, es de suma urgencia instrumentar aquellos edificios representativos de diversas localidades, para evaluar el comportamiento de los sistemas estructurales propios y de efecto de sitio singulares.<sup>187</sup>

<sup>185</sup> División de Inversiones y Desarrollo de la Red Asistencial (DINRED).Lineamientos Metodológicos para la Elaboración de Planes Maestros de inversiones en salud.Washington. D.C. Abril de 2002

<sup>186</sup> Infraestructura Hospitalaria. Jueves 10 de Marzo de 2011.[www.hospitalaria.cl](http://www.hospitalaria.cl)

<sup>187</sup> Edificios Instrumentados. David Muriá, Leonardo Alcántara, Luis Pérez y otros. CENAPRED. México. 1999.





## 5.2. CÁLCULO ESTRUCTURAL DE CASOS



# **INFORME DE INGENIERÍA**

**Rev. A**

**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“VIVIENDA UNIFAMILIAR ELIAS DE LA CRUZ”**

**ENERO 2013**  
**INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

| ESTADO DE REVISIONES |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|----------------------|------------------------------|--------|---------------------------------|-----|-----|-----|--------|--------|
| DOCUMENTO N°         |                              |        | 0004                            |     |     |     |        |        |
| TITULO               |                              |        | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR |     |     |     |        |        |
| REVISION             |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
| REV                  | DESCRIPCION                  |        | POR                             | POR | POR | POR | REVISO | APROBO |
| A                    | REVISION<br>Y<br>COMENTARIOS | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
| B                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| C                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| 0                    | REVISADO                     | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |

| PROYECTO      | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR   |
|---------------|---|
| CONTENIDO     | <p>1. INTRODUCCIÓN..... 1</p> <p>2. OBJETIVO ..... 2</p> <p>3. ALCANCE..... 2</p> <p>4. MEMORIA DE CÁLCULO..... 2</p> <p>4.1 ..... BASES DE DISEÑO ..... 3</p> <p>4.1.1 Descripción de materiales.....</p> <p>4.1.2 Descripción de normas y códigos.....</p> <p>4.1.3 Parámetros del suelo.....</p> <p>4.2 ..... HIPÓTESIS DE CÁLCULO ..... 8</p> <p>4.3 ..... MODELACIÓN ..... 9</p> <p>4.4 ..... MATERIALES .....11</p> <p>4.5 ..... ESTADOS DE CARGA .....12</p> <p>4.5.1 Peso Propio.....</p> <p>4.5.2 Sobrecargas de uso.....</p> <p>4.5.3 Sobrecargas de Nieve.....</p> <p>4.5.4 Peso propio techumbre.....</p> <p>4.5.5 Análisis Sísmico.....</p> <p>4.6 ..... COMBINACIONES DE CARGA.....16</p> <p>5. CONCLUSIONES ..... 18</p> |
| ANEXOS        | ANEXO A – ANEXO B - ANEXO C - ANEXO D - ANEXO E   |
| PREPARADO POR | Richard Vásquez B. Ingeniero Civil  |
| DISTRIBUCIÓN  |   |



## **1. INTRODUCCIÓN**

En la presente memoria se detallan los antecedentes considerados en los cálculos estructurales del proyecto Vivienda Unifamiliar Elias de la Cruz. La estructura se emplaza en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, Chile; lo cual implica que estará ubicado en la Zona Sísmica número 2 del país.

La Estructura debe poseer dimensiones para cumplir requerimientos de uso y construcción, requeridas por la normativa vigente.

En base a la información entregada, se ha propuesto una estructura en base a muros de albañilería. Fundaciones corridas con vigas de sobrecimientos.

La techumbre esta compuesta por cerchas de madera que sostienen un tablero OSB que sirve de base para la colocación de las tejas.

La vivienda presenta un sistema de piso flexible, conformado por vigas y cadenetas de madera.

El presente informe de ingeniería de detalle, consta del análisis y estructuración de la edificación.

La modelación de la estructura se realizara a través de un software computacional de elementos finitos ETABS para luego, en base a normas chilenas y códigos extranjeros, realizar un diseño óptimo, seguro y económico.

## **2. OBJETIVO**

El objetivo general del presente estudio es realizar la verificación del diseño estructural completo del proyecto Vivienda Unifamiliar Elias de la Cruz, definiendo la estructuración más apropiada, además de determinar las dimensiones constructivas que verifiquen las condiciones de carga a la que estará expuesta la estructura, cumpliendo los criterios de diseño, definidos en base a la normativa nacional y extranjera.

## **3. ALCANCE**

El alcance de éste informe consta de:

- Definición de las bases de diseño,
- Estructuración,
- Modelación de la estructura en el software, de acuerdo a las bases de cálculo,
- El análisis del modelo planteado y la obtención de esfuerzos de diseño,
- El cálculo y diseño de los elementos estructurales,
- Las verificaciones necesarias para asegurar la estabilidad estructural,

## **4. MEMORIA DE CÁLCULO**

La presente memoria de cálculo establece los criterios de diseño, los métodos de cálculo y las verificaciones de condiciones de servicio, junto con lograr el diseño de todos los elementos estructurales; verificando los espesores y dimensiones, dados en las hipótesis de cálculo inmersa en esta memoria.

## 4.1 Bases de diseño

### 4.1.1 Descripción de materiales

- Hormigón

- Hormigón estructural H-20:

En todos los elementos de hormigón; vigas, cadenas y vigas de sobrecimiento se especifica un hormigón grado H-20, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85, tiene una resistencia característica cilíndrica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 16(MPa)$  ó  $f'_c = 160\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%.

Este grado de hormigón será utilizado en todas las partidas donde se requiera este material a excepción del hormigón del emplantillado.

- Hormigón de emplantillado H5:

El emplantillado que soporta las fundaciones de la Edificación, estará compuesto de hormigón grado H5, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85 tiene una resistencia cilíndrica característica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 4(MPa)$  ó  $f'_c = 40\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%. Este hormigón será utilizado únicamente para el emplantillado.

- Propiedades mecánicas del Hormigón:

➤ Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ):

Basándose en el código de diseño ACI318-08 se determina la siguiente expresión, definida en la sección 8.5.1., para el cálculo del módulo de elasticidad:

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

Dónde:  $f_c'$  es la resistencia cilíndrica especificada para el hormigón en MPa.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow E_c = 18800(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow E_c = 9400(MPa)$$

➤ Módulo de Corte ( $G$ ):

Desde la sección 8.5.1. del código ACI 318-08, se obtiene la siguiente expresión para el cálculo del módulo de corte en el hormigón:

$$G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$$

dónde:  $\nu$  corresponde al Módulo de Poisson, que a considerar es de 0.15.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow G = 9139(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow G = 4087(MPa)$$

- Propiedades físicas del Hormigón:

➤ Densidad:

Para ésta estructura se considera un hormigón de densidad normal, estimada

$$\text{en } \gamma_c = 2500 \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

➤ Coeficiente térmico por expansión ( $\alpha$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del coeficiente térmico por expansión de 1.08, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

➤ Módulo de Poisson ( $\rho$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del Modulo de Poisson de 0.15, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

Finalmente se puede realizar una tabla resumen que contiene las propiedades que son ingresadas al programa de análisis por elemento finitos que será usado:

|                             | Clase de Hormigón |       |      |
|-----------------------------|-------------------|-------|------|
|                             | H30               | H20   | H5   |
| E (MPa)                     | 23500             | 18800 | 9400 |
| G (MPa)                     | 10217             | 8174  | 4087 |
|                             |                   |       |      |
| $\nu$                       | 0.15              |       |      |
| $\alpha$                    | 1.08              |       |      |
| $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2500              |       |      |

- Acero de Refuerzo

Se considerará una calidad de las barras de acero de refuerzo de A 63-42 H. Las cantidades y disposición del refuerzo en el hormigón armado, serán determinadas en la etapa de diseño, en donde se podrá obtener:

- Diámetro de las barras de acero a utilizar como refuerzo
- Área de armadura para resistir esfuerzos de diseño
- Espaciamiento y disposición del refuerzo
- Recubrimiento mínimo para refuerzo
- Diámetro mínimo y especificaciones del doblado del acero

#### 4.1.2 Descripción de normas y códigos

Las normas y códigos de diseño utilizados en el presente informe, se detallan a continuación:

- Norma NCh433 Of.96 mod. 2009, Diseño sísmico de edificios.
- D.S.60 y D.S.61
- Norma NCh1537 Of. 86., Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- Norma NCh431 Of.77, Construcción - Sobrecargas de nieve
- Norma NCh432 Of.71, Calculo de la acción del viento sobre las construcciones.

- AISC-LRFD, Diseño de acero (Load and Resistance Factor Design).
- Código ACI318-08, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- Norma NCh170 Of.85 Hormigón – Requisitos generales.
- Norma NCh317 Of. Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

#### **4.1.3 Parámetros del suelo**

El suelo en el cual se ubica el proyecto Vivienda Unifamiliar Elias de la Cruz, se clasifico como uno del Tipo B, según D.S. N°61.

La capacidad de soporte admisible del suelo de fundación se estima de manera conservadora:

Tensión admisible estático : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión admisible dinámico : 1.6 kg/cm<sup>2</sup>



## **4.2 Hipótesis de cálculo**

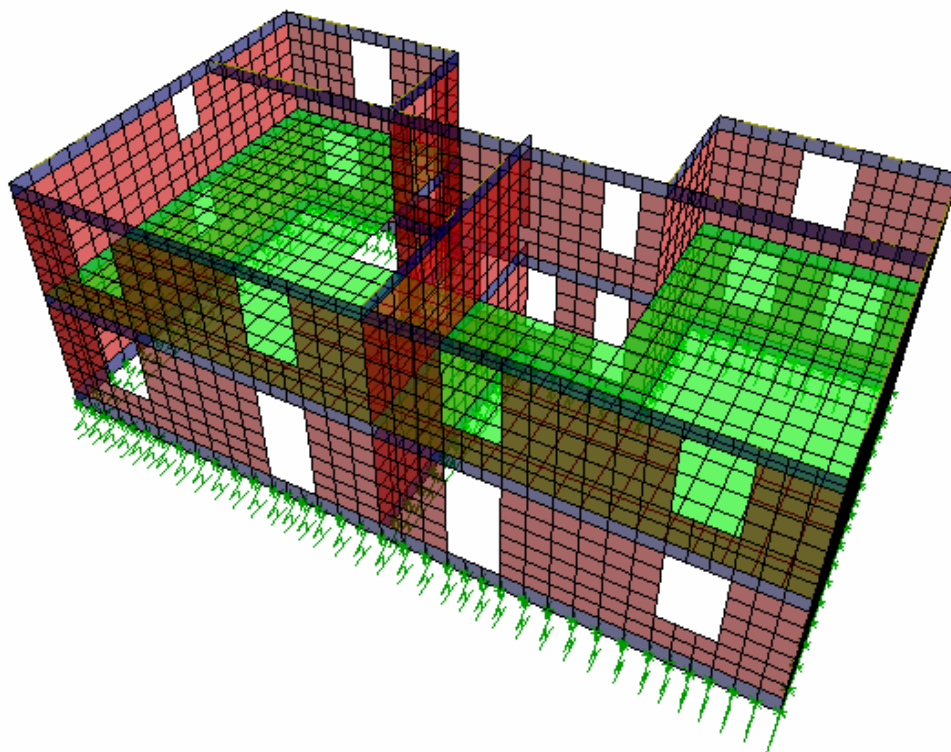
- La Edificación de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla, se encasilla en la Categoría II, según la NCh. 433 Of. 96 mod.2009.
- Se utiliza factor de Modificación de respuesta  $R=3$ , y Coeficiente Sísmico utilizado  $C_{máx.}=0.180$
- La conformación del sistema estructural es basada en una configuración mediante muros de albañilería, que sean capaces de resistir solicitaciones tales como: sismo, viento, nieve, sobrecargas de techo y peso propio.
- La estructura transmite hacia el suelo las cargas recibidas de forma permanente y esporádica, a través de las fundaciones y estas a la vez, reciben las cargas desde los muros.
- Se consideran fundaciones con zapatas corridas y vigas de sobrecimiento bajo muros de albañilería.
- Las propiedades físicas y mecánicas del acero estructural utilizado para el diseño, se encuentran descritas anteriormente en el punto 4.1.1.
- El proyecto al estar emplazado en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, estará inmerso en la Zona Sísmica número 2 del país.
- Para el cálculo de los períodos de la estructura, se obtendrán inicialmente del análisis modal del software de elementos finitos, luego estos periodos serán analizados de acuerdo a lo estipulado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios" según el modal espectral.

### **4.3 Modelación**

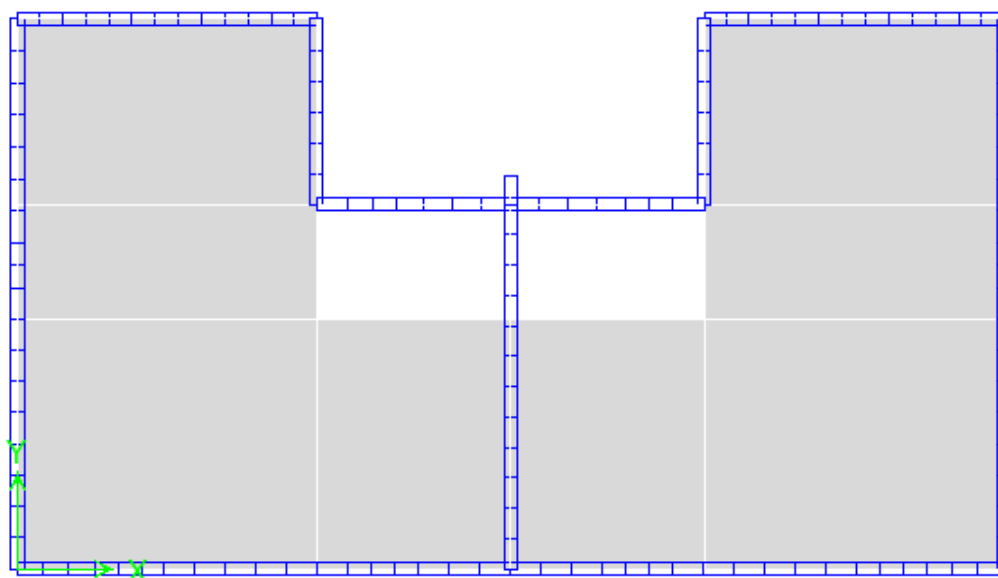
La modelación comienza con un requerimiento específico, que es simplificar el análisis estructural mediante un software estructural en base a elementos finitos. Luego de contar con la estructuración definida y simplificada, comenzamos a emplear el software de la siguiente forma:

En primera instancia se ingresan las propiedades, tanto físicas como mecánicas del material, que en este caso corresponde a albañilería y hormigón armado.

Para la realización del modelo, se procede a dibujar los elementos Shell que componen los muros de albañilería, vigas, cadenas y vigas de sobrecimientos.



**Fig. Nº 1.- Vista Isométrica de Estructura**



**Fig. Nº 2.- Vista Planta de Estructura**

## 4.4 Materiales

**Material Property Data**

**Material Name** H20

**Display Color**  
Color

**Type of Material**  
☒ Isotropic 
 ☐ Orthotropic

**Type of Design**  
Design Concrete

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 2.448E-06  |
| Weight per unit Volume     | 2.403E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 253105.065 |
| Poisson's Ratio            | 0.2        |
| Coeff of Thermal Expansion | 9.900E-06  |
| Shear Modulus              | 105460.444 |

**Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)**

|   |       |
|---|-------|
| Specified Conc Comp Strength, f'c             | 160.  |
| Bending Reinf. Yield Stress, fy               | 4200. |
| Shear Reinf. Yield Stress, fys                | 4200. |
| <input type="checkbox"/> Lightweight Concrete |       |
| Shear Strength Reduc. Factor                  |       |

OK Cancel

**Fig. N° 3.- Propiedades Mecánicas Hormigón kgf-cm**

**Material Property Data**

**Material Name** ALBA

**Display Color**  
Color

**Type of Material**  
☒ Isotropic 
 ☐ Orthotropic

**Type of Design**  
Design None

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 1.680E-06  |
| Weight per unit Volume     | 1.650E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 60000.     |
| Poisson's Ratio            | 0.3        |
| Coeff of Thermal Expansion | 1.170E-05  |
| Shear Modulus              | 23076.9231 |

**Design Property Data**

OK Cancel

**Fig. N° 4.- Propiedades Mecánicas Albañilería kgf-cm**

## 4.5 Estados de Carga

### 4.5.1 Peso Propio

➤ Metodología de cálculo

- El peso propio de la estructura es entregado por defecto mediante el software de elementos finitos y los demás elementos no modelados, se ingresan a este, como cargas.

- Peso propio Piso Flexible: 80 kgf/m<sup>2</sup>

- Peso propio relleno estucos: 40 kgf/m<sup>2</sup>

### 4.5.2 Sobrecargas de uso

➤ Metodología de cálculo

Las sobrecargas de uso empleadas son:

- Sobrecarga Uso 200 kgf/m<sup>2</sup>

- Sobrecarga de techo

Esta carga según lo indica la NCh 1537 Of.2009 corresponde a:

$$q_k = 100 \left( \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \right)$$

La que puede ser reducida si cumple con los requisitos mencionados en dicha norma.

Reducción de sobrecarga de techo según la siguiente formula:

$$q_{kred} = C_0 \cdot C_A \cdot q_k$$

En donde:

$C_0$  = Coeficiente de reducción por pendiente de techo;

$C_A$  = Coeficiente de reducción por área tributaria.

La pendiente del techo aplicada corresponde a 78,12%, por lo que:

$$q_{kred} = 30 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

### 4.5.3 Sobrecargas de Nieve

Según la NCh 431 Of. 77 “Construcción – Sobrecargas de Nieve” indica la sobrecarga de nieve que se debe aplicar al diseño de las estructuras ubicadas en todo el territorio nacional, excluyendo el territorio Antártico Chileno:

A partir de la altitud y latitud geográfica de la estructura, se puede determinar la sobrecarga a aplicar.

El Proyecto “Vivienda Unifamiliar” como se menciona anteriormente se emplazara en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana, por lo que las coordenadas geográficas aproximadas de su ubicación corresponden a:

Latitud 33° 27´ aprox.

Altitud 558 m. aprox.

Estos datos son interpretados a través de la tabla 2 de la Nch431 Of.77 obteniendo una Sobrecarga básica mínima de nieve equivalente a  $25 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$

aplicada al techo en el eje Z proyectado.

**Nota: Sobrecarga de techo controla el diseño por ser superior a sobrecarga de nieve.**

#### 4.5.4 Peso propio techumbre

Las cargas de techumbre empleadas son:

- Peso Propio Cubierta  $q_{cubierta} = 95 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cerchas  $q_{cerchas} = 15 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cielo  $q_{cielo} = 10 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$



#### **4.5.5 Análisis Sísmico**

➤ Metodología de cálculo

Según lo indicado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios” de acuerdo a la ubicación geográfica la estructura queda incluida en la Zona sísmica 2 y según lo indicado en la presente se optara por un suelo de clasificación tipo B.

De acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla; el “Proyecto Vivienda Unifamiliar” se clasifica en la Categoría II.

En relación a los antecedentes presentados anteriormente el método a emplear es el Análisis Modal Espectral.

Con los periodos (asociados a los modos con mayor masa trasnacional según dirección de análisis) encontrados y todos los demás parámetros, se determinan las solicitaciones sísmicas de acuerdo a la NCh 433 Of. 96 MOD. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios”, que será cargado en el software de elementos finitos y asociado a las masas participantes, de acuerdo a la que indica esta norma un 100% del peso propio y un 25% de sobrecarga de uso.

## 4.6 Combinaciones de Carga

### Estructura Hormigón Armado

Se utilizarán las combinaciones de carga dispuestas para el Método LRFD.  
ACI318-2008 y NCh3171 Of.2010

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| C1  | :1.4xD                   |
| C2  | :1.2xD + 1.6xL + 0.5Lr   |
| C3X | :1.2xD +- 1.4xEx + 1.0xL |
| C4Y | :1.2xD +- 1.4xEy + 1.0xL |
| C5X | :0.9xD +- 1.4xEx         |
| C6Y | :0.9xD +- 1.4xEy         |

Donde:

D: Cargas permanentes

Lr: Sobrecargas de uso techo

L: Sobrecarga de uso

E<sub>Y</sub> : Sismo de la estructura en eje Y

E<sub>X</sub> : Sismo de la estructura en eje X

## **Fundaciones**

Para el diseño geotécnico de las fundaciones, se consideraron las siguientes combinaciones de carga:

FUND :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL + 1.0xEx$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL + 1.0xEy$

El momento volcante sísmico para el diseño de las fundaciones deberá calcularse con el 50% de la sollicitación establecida en NCh 433 Of. 1996 mod.2009.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el diseño estructural del “Proyecto Vivienda Unifamiliar Elias de la Cruz” se presentan las siguientes conclusiones acerca de la estructuración final:

- Para los elementos de hormigón de la estructura y fundaciones, se ha especificado uno de grado H-20, con un nivel de confianza del 90%.
- Para el diseño de los elementos de albañilería se utiliza de manera conservadora el ladrillo: mnM.

mnM: Ladrillo cerámico hecho a mano, macizo en toda su masa, sin ninguna perforación ni hueco.

- Dados los parámetros de los materiales mencionados anteriormente, los parámetros del suelo utilizado y la ubicación, se ha realizado la estructuración del Proyecto Vivienda Unifamiliar, siguiendo a cabalidad lo especificado por la normativa.

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.

- Se presentan muros en dirección X con problemas asociados a esfuerzos compresión simple y flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de 0.67 cm<sup>2</sup> en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.

- Muros en dirección Y, no presentan problemas por tratarse de paños sin aberturas considerables, es decir presentan una mayor sección transversal y por ende una mayor resistencia ante las solicitaciones externas (esfuerzos de corte, compresión estática, flexo-compresión).
- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 50 cm.

Altura fundación: 45 cm.

- Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.
- El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera utilizarse un menor valor que el máximo entregado por la Normativa Sísmica.

---

**RICHARD VÁSQUEZ B.**  
**INGENIERO CIVIL**

UNIFAMILIAR"

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

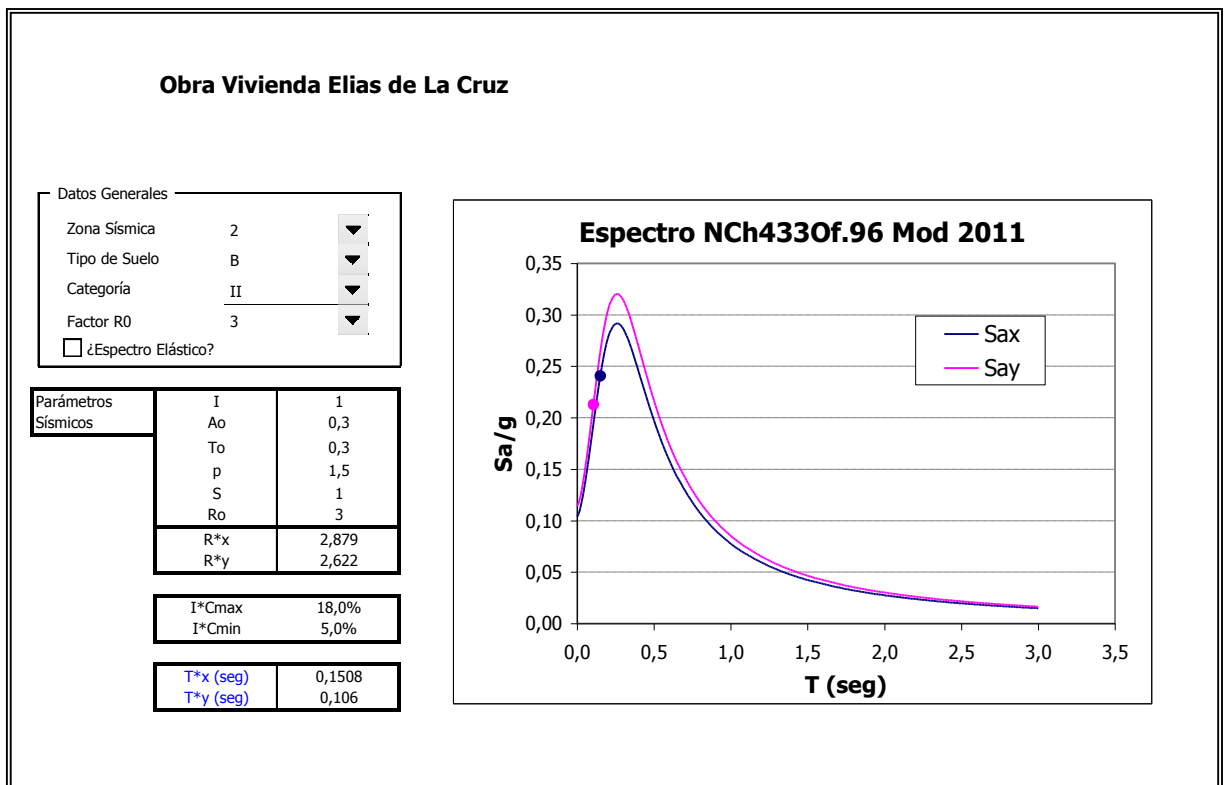
**ANEXO A**  
**ANALISIS SISMICO**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| Mode | Period   | UX      | UY      | UZ | SumUX   | SumUY   | SumUZ | RX      | RY      | RZ      | SumRX   | SumRY   | SumRZ   |
|------|----------|---------|---------|----|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1    | 0,15081  | 25,8017 | 0       | 0  | 25,8017 | 0       | 0     | 0       | 32,2717 | 15,9057 | 0       | 32,2717 | 15,9057 |
| 2    | 0,137706 | 7,2221  | 0       | 0  | 33,0238 | 0       | 0     | 0       | 9,5955  | 0,0746  | 0       | 41,8672 | 15,9803 |
| 3    | 0,132676 | 0       | 23,6189 | 0  | 33,0238 | 23,6189 | 0     | 34,0651 | 0       | 0       | 34,0651 | 41,8672 | 15,9803 |
| 4    | 0,106018 | 0       | 41,2039 | 0  | 33,0238 | 64,8228 | 0     | 45,9082 | 0       | 0       | 79,9732 | 41,8672 | 15,9803 |
| 5    | 0,094605 | 14,8012 | 0       | 0  | 47,825  | 64,8228 | 0     | 0       | 21,9667 | 12,5055 | 79,9732 | 63,8339 | 28,4858 |
| 6    | 0,089927 | 0       | 2,0946  | 0  | 47,825  | 66,9174 | 0     | 1,7254  | 0       | 0       | 81,6986 | 63,8339 | 28,4858 |
| 7    | 0,079757 | 23,8804 | 0       | 0  | 71,7053 | 66,9174 | 0     | 0       | 18,8799 | 1,5267  | 81,6986 | 82,7138 | 30,0125 |
| 8    | 0,074481 | 0       | 15,3665 | 0  | 71,7053 | 82,2839 | 0     | 15,0027 | 0       | 0       | 96,7013 | 82,7138 | 30,0125 |
| 9    | 0,062975 | 17,391  | 0       | 0  | 89,0963 | 82,2839 | 0     | 0       | 11,6424 | 2,4542  | 96,7013 | 94,3562 | 32,4667 |
| 10   | 0,051697 | 0       | 5,5363  | 0  | 89,0963 | 87,8201 | 0     | 1,5664  | 0       | 0       | 98,2677 | 94,3562 | 32,4667 |
| 11   | 0,029626 | 5,2531  | 0       | 0  | 94,3494 | 87,8201 | 0     | 0       | 0,1177  | 11,2487 | 98,2677 | 94,4739 | 43,7155 |
| 12   | 0,020906 | 0       | 6,8108  | 0  | 94,3494 | 94,6309 | 0     | 0,1035  | 0       | 0       | 98,3713 | 94,4739 | 43,7155 |

**Fig. A-1 Modos de la Estructura**



**Fig. A-2      Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**



**OBRA VIVIENDA ELIAS DE LA CRUZ**

**CORTES BASALES Y AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL**

| Spec  | Mode | Dir | F1         | F2         | F3 | M1 | M2 | M3  |
|-------|------|-----|------------|------------|----|----|----|-----|
| SPECX | 1    | U1  | 1,5        | 0,0        | 0  | 0  | 6  | -13 |
| SPECX | 2    | U1  | 0,4        | 0,0        | 0  | 0  | 2  | -1  |
| SPECX | 3    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECX | 4    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECX | 5    | U1  | 0,6        | 0,0        | 0  | 0  | 3  | 1   |
| SPECX | 6    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECX | 7    | U1  | 0,9        | 0,0        | 0  | 0  | 3  | -5  |
| SPECX | 8    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECX | 9    | U1  | 0,6        | 0,0        | 0  | 0  | 2  | -1  |
| SPECX | 10   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECX | 11   | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 1   |
| SPECX | 12   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECX | All  | All | <b>2,3</b> | 0,0        | 0  | 0  | 9  | 15  |
| SPECY | 1    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECY | 2    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECY | 3    | U2  | 0,0        | 1,3        | 0  | -6 | 0  | 10  |
| SPECY | 4    | U2  | 0,0        | 2,0        | 0  | -8 | 0  | 16  |
| SPECY | 5    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECY | 6    | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 1   |
| SPECY | 7    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECY | 8    | U2  | 0,0        | 0,6        | 0  | -2 | 0  | 5   |
| SPECY | 9    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECY | 10   | U2  | 0,0        | 0,2        | 0  | 0  | 0  | 2   |
| SPECY | 11   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0   |
| SPECY | 12   | U2  | 0,0        | 0,2        | 0  | 0  | 0  | 2   |
| SPECY | All  | All | 0,0        | <b>2,8</b> | 0  | 11 | 0  | 22  |

Masa Sísmica : 150,91 ton  
 Corte Mínimo : 9,05 ton ( % Peso Sísmico)  
 Corte Máximo : 27,16 ton ( % Peso Sísmico)

Factor de Ampl. X: → 11,914  
 Factor de Ampl. Y: → 9,736

**Fig. A-3 Factor Amplificación Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**ANEXO B**  
**DISEÑO DE FUNDACIONES**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA ELIAS DE LA CRUZ

Límite (ton/m2)

10,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| F1   | 0,400       | 1,03       | 0,500    | 15,500   | <b>6,25</b> | <b>bajo</b>               | 40,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 31,0 | 0,032 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,100         | 0,050         | 10,000        | 15,0         | 6500              | <b>1300</b>        |
| F2   | 0,500       | 0,45       | 0,500    | 6,100    | <b>6,82</b> | <b>bajo</b>               | 17,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 12,2 | 0,082 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,110         | 0,055         | 10,000        | 15,0         | 6000              | <b>1500</b>        |
| F3   | 0,350       | 0,27       | 0,500    | 4,700    | <b>5,59</b> | <b>bajo</b>               | 10,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 9,4  | 0,106 | 2,059 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,088         | 0,044         | 10,000        | 15,0         | 6857              | <b>1200</b>        |
| F4   | 0,350       | 0,27       | 0,500    | 4,700    | <b>5,59</b> | <b>bajo</b>               | 10,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 9,4  | 0,106 | 2,059 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,088         | 0,044         | 10,000        | 15,0         | 6857              | <b>1200</b>        |
| F5   | 0,490       | 0,66       | 0,500    | 8,600    | <b>7,04</b> | <b>bajo</b>               | 26,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 17,2 | 0,058 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,113         | 0,057         | 10,000        | 15,0         | 6041              | <b>1480</b>        |
| F6   | 0,480       | 0,29       | 0,500    | 2,900    | <b>8,87</b> | <b>bajo</b>               | 11,4          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 5,8  | 0,172 | 1,793 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,122         | 0,061         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F7   | 0,480       | 0,54       | 0,500    | 6,150    | <b>7,99</b> | <b>bajo</b>               | 21,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 12,3 | 0,081 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,128         | 0,064         | 11,000        | 16,5         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F8   | 0,480       | 0,29       | 0,500    | 2,900    | <b>8,87</b> | <b>bajo</b>               | 11,4          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 5,8  | 0,172 | 1,793 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,122         | 0,061         | 12,000        | 18,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F9   | 0,490       | 0,66       | 0,500    | 8,600    | <b>7,04</b> | <b>bajo</b>               | 26,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 17,2 | 0,058 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,113         | 0,057         | 13,000        | 19,5         | 6041              | <b>1480</b>        |

**Fig. B-1 Fundaciones Caso Estatico**

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA ELIAS DE LA CRUZ

Límite (ton/m2)

15,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| F1   | 0,400       | 1,33       | 0,500    | 15,500   | <b>7,78</b> | <b>bajo</b>               | 52,6          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 31,0 | 0,032 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,125         | 0,063         | 10,000        | 15,0         | 6500              | <b>1300</b>        |
| F2   | 0,500       | 0,64       | 0,500    | 6,100    | <b>9,26</b> | <b>bajo</b>               | 25,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 12,2 | 0,082 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,149         | 0,074         | 10,000        | 15,0         | 6000              | <b>1500</b>        |
| F3   | 0,350       | 0,43       | 0,500    | 4,700    | <b>8,30</b> | <b>bajo</b>               | 17,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 9,4  | 0,106 | 2,059 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,131         | 0,065         | 10,000        | 15,0         | 6857              | <b>1200</b>        |
| F4   | 0,350       | 0,43       | 0,500    | 4,700    | <b>8,30</b> | <b>bajo</b>               | 17,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 9,4  | 0,106 | 2,059 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,131         | 0,065         | 10,000        | 15,0         | 6857              | <b>1200</b>        |
| F5   | 0,490       | 0,75       | 0,500    | 8,600    | <b>7,89</b> | <b>bajo</b>               | 29,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 17,2 | 0,058 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,127         | 0,063         | 10,000        | 15,0         | 6041              | <b>1480</b>        |
| F6   | 0,480       | 0,28       | 0,500    | 2,900    | <b>8,56</b> | <b>bajo</b>               | 11,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 5,8  | 0,172 | 1,793 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,118         | 0,059         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F7   | 0,480       | 0,45       | 0,500    | 6,150    | <b>6,77</b> | <b>bajo</b>               | 17,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 12,3 | 0,081 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,109         | 0,054         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F8   | 0,480       | 0,28       | 0,500    | 2,900    | <b>8,56</b> | <b>bajo</b>               | 11,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 5,8  | 0,172 | 1,793 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,118         | 0,059         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F9   | 0,490       | 0,75       | 0,500    | 8,600    | <b>7,89</b> | <b>bajo</b>               | 29,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 17,2 | 0,058 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,127         | 0,063         | 10,000        | 15,0         | 6041              | <b>1480</b>        |

**Fig. B-2 Fundaciones Caso Sismo X**

“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA ELIAS DE LA CRUZ

| NOMBRE DEL EDIFICIO   |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | Límite (ton/m2) |           |         |         |        |      |           |         |
|-----------------------|-------|------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|---------|---------|--------|------|-----------|---------|
| OBRA ELÍAS DE LA CRUZ |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | 15,000          |           |         |         |        |      |           |         |
| MURO                  | Lres  | Lreq | B     | H      | Sigma | Verificación | Nest  | D     | P     | B     | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3              | qadm(env) | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) | Resorte |
|                       | (m)   | 80   | (m)   | (m)    |       | Tensiones    | (ton) | (m)   | (m)   | (m)   |      |       |       |       |                 | T/M2      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      | (ton/m) |
| F1                    | 0,400 | 1,33 | 0,500 | 15,500 | 7,77  | bajo         | 52,6  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 31,0 | 0,032 | 2,100 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,125   | 0,062   | 10,000 | 15,0 | 6500      | 1300    |
| F2                    | 0,500 | 0,56 | 0,500 | 6,100  | 8,19  | bajo         | 22,0  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 12,2 | 0,082 | 2,100 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,132   | 0,066   | 10,000 | 15,0 | 6000      | 1500    |
| F3                    | 0,350 | 0,45 | 0,500 | 4,700  | 8,57  | bajo         | 17,8  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 9,4  | 0,106 | 2,059 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,135   | 0,068   | 10,000 | 15,0 | 6857      | 1200    |
| F4                    | 0,350 | 0,45 | 0,500 | 4,700  | 8,57  | bajo         | 17,8  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 9,4  | 0,106 | 2,059 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,135   | 0,068   | 10,000 | 15,0 | 6857      | 1200    |
| F5                    | 0,490 | 0,69 | 0,500 | 8,600  | 7,31  | bajo         | 27,2  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 17,2 | 0,058 | 2,100 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,118   | 0,059   | 10,000 | 15,0 | 6041      | 1480    |
| F6                    | 0,480 | 0,25 | 0,500 | 2,900  | 7,76  | bajo         | 9,8   | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 5,8  | 0,172 | 1,793 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,107   | 0,053   | 10,000 | 15,0 | 6083      | 1460    |
| F7                    | 0,480 | 0,52 | 0,500 | 6,150  | 7,71  | bajo         | 20,7  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 12,3 | 0,081 | 2,100 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,124   | 0,062   | 10,000 | 15,0 | 6083      | 1460    |
| F8                    | 0,480 | 0,25 | 0,500 | 2,900  | 7,76  | bajo         | 9,8   | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 5,8  | 0,172 | 1,793 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,107   | 0,053   | 10,000 | 15,0 | 6083      | 1460    |
| F9                    | 0,490 | 0,69 | 0,500 | 8,600  | 7,31  | bajo         | 27,2  | 0,750 | 0,405 | 0,500 | 17,2 | 0,058 | 2,100 | 1,500 | 0,732           | 15,000    | 0,118   | 0,059   | 10,000 | 15,0 | 6041      | 1480    |

Fig. B-3 Fundaciones Caso Sismo Y

**ANEXO C**  
**DISEÑO DE MUROS ALBAÑILERÍA**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa    |                  |                                      | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                       |                                      | SIN INSPECCION      |                       |                                      |                     |    | FLEXO-COMPRESIÓN |    |    | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-) Fe c                |                          |    |
|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|----|------------------|----|----|-------------------|----------------------------|--------------------------|----|
|      |      | Bmin<br>(m)       | D<br>(m)         | altura<br>muro<br>(m)                |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)<br>70,0% | M sis<br>(tm)<br>70,0%               | CORTE               |                       |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |    |                  |    |    |                   | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m<br>corte) |    |
|      |      | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> |             | SIGMAtrab<br>(t/m2)     | SIGMAadm<br>(t/m2)    | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                     |    |                  |    |    |                   |                            |                          |    |
| X1   | 1    | 0,200             | 5,200            | 0,7                                  | 14          | 2,56                    | 5,57                  | 1,79                                 | 5                   | 18                    | 0,29                                 | 13                  | 15 | 0,90             | 17 | 33 | 0,50              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X2   | 1    | 0,200             | 1,360            | 1,6                                  | 2,63        | 0,78                    | 1,06                  | 0,756                                | 4                   | 16                    | 0,25                                 | 10                  | 15 | 0,65             | 20 | 33 | 0,61              |                            | OK                       | OK |
| X3   | 1    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 8,78        | 2,11                    | 4,41                  | 3,985                                | 8                   | 17                    | 0,45                                 | 15                  | 15 | 1,02             | 28 | 33 | 0,84              |                            | OK                       | OK |
| X4   | 1    | 0,200             | 2,900            | 2,3                                  | 6,39        | 0                       | 4,47                  | 4,66                                 | 8                   | 17                    | 0,46                                 | 11                  | 15 | 0,75             | 23 | 33 | 0,68              |                            | OK                       | OK |
| X5   | 1    | 0,200             | 5,200            | 0,7                                  | 14          | 2,56                    | 5,57                  | 1,79                                 | 5                   | 18                    | 0,29                                 | 13                  | 15 | 0,90             | 17 | 33 | 0,50              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X6   | 1    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 8,78        | 2,11                    | 4,41                  | 3,985                                | 8                   | 17                    | 0,45                                 | 15                  | 15 | 1,02             | 28 | 33 | 0,84              |                            | OK                       | OK |
| X7   | 1    | 0,200             | 1,210            | 1,6                                  | 2,63        | 0,78                    | 1,06                  | 0,756                                | 4                   | 15                    | 0,28                                 | 11                  | 15 | 0,73             | 24 | 33 | 0,72              |                            | OK                       | OK |
| X8   | 2    | 0,200             | 15,500           | 0,7                                  | 15,02       | 0                       | 5,74                  | 7,953                                | 2                   | 18                    | 0,10                                 | 5                   | 15 | 0,32             | 6  | 33 | 0,17              |                            | OK                       | OK |
| X9   | 2    | 0,200             | 1,210            | 1,6                                  | 0,92        | 0,22                    | 0,35                  | 0,158                                | 1                   | 17                    | 0,09                                 | 4                   | 15 | 0,26             | 7  | 33 | 0,20              | OK                         | OK                       |    |
| X10  | 2    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 2,28        | 0,37                    | 0,98                  | 0,839                                | 2                   | 17                    | 0,10                                 | 4                   | 15 | 0,27             | 7  | 33 | 0,20              | OK                         | OK                       |    |
| X11  | 2    | 0,200             | 2,900            | 1,6                                  | 2,38        | 0                       | 1,99                  | 1,162                                | 3                   | 18                    | 0,20                                 | 4                   | 15 | 0,28             | 7  | 33 | 0,21              | OK                         | OK                       |    |
| X12  | 2    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 2,28        | 0,37                    | 0,98                  | 0,839                                | 2                   | 17                    | 0,10                                 | 4                   | 15 | 0,27             | 7  | 33 | 0,20              | OK                         | OK                       |    |
| X13  | 2    | 0,200             | 1,210            | 1,6                                  | 0,92        | 0,22                    | 0,35                  | 0,158                                | 1                   | 17                    | 0,09                                 | 4                   | 15 | 0,26             | 7  | 33 | 0,20              | OK                         | OK                       |    |
| X14  | 1    | 0,200             | 0,600            | 2,3                                  | 1,57        | 2,19                    | 0,56                  | 0,315                                | 5                   | 14                    | 0,34                                 | 13                  | 15 | 0,89             | 44 | 33 | 1,34              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X15  | 1    | 0,200             | 3,600            | 0,7                                  | 8,91        | 0                       | 3,38                  | 4,565                                | 5                   | 17                    | 0,28                                 | 12                  | 15 | 0,83             | 20 | 33 | 0,60              | OK                         | OK                       |    |
| X16  | 1    | 0,200             | 0,890            | 1,6                                  | 3,23        | 1,3                     | 1,37                  | 1,285                                | 8                   | 13                    | 0,58                                 | 18                  | 15 | 1,22             | 57 | 33 | 1,73              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X17  | 1    | 0,200             | 0,890            | 1,6                                  | 3,23        | 1,3                     | 1,37                  | 1,285                                | 8                   | 13                    | 0,58                                 | 18                  | 15 | 1,22             | 57 | 33 | 1,73              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X18  | 1    | 0,200             | 0,600            | 2,3                                  | 1,57        | 2,19                    | 0,56                  | 0,315                                | 5                   | 14                    | 0,34                                 | 13                  | 15 | 0,89             | 44 | 33 | 1,34              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X19  | 2    | 0,200             | 6,100            | 0,7                                  | 8,01        | 0                       | 6,2                   | 6,201                                | 5                   | 18                    | 0,29                                 | 7                   | 15 | 0,44             | 10 | 33 | 0,30              | OK                         | OK                       |    |
| X20  | 2    | 0,200             | 0,500            | 1,6                                  | 0,12        | 0,86                    | 0,32                  | 0,244                                | 3                   | 13                    | 0,24                                 | 1                   | 15 | 0,08             | 28 | 33 | 0,84              | OK                         | OK                       |    |
| X21  | 2    | 0,200             | 3,600            | 1,6                                  | 2,39        | 0                       | 3,94                  | 1,217                                | 5                   | 18                    | 0,30                                 | 3                   | 15 | 0,22             | 5  | 33 | 0,16              | OK                         | OK                       |    |
| X22  | 2    | 0,200             | 0,500            | 1,6                                  | 0,12        | 0,86                    | 0,32                  | 0,244                                | 3                   | 13                    | 0,24                                 | 1                   | 15 | 0,08             | 28 | 33 | 0,84              | OK                         | OK                       |    |
| X23  | 1    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 9,08        | 3,51                    | 3,61                  | 1,369                                | 4                   | 18                    | 0,21                                 | 10                  | 15 | 0,64             | 14 | 33 | 0,41              | OK                         | OK                       |    |
| X24  | 1    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 1,29        | 0,9                     | 0,86                  | 0,412                                | 6                   | 15                    | 0,41                                 | 9                   | 15 | 0,62             | 31 | 33 | 0,95              | OK                         | OK                       |    |
| X25  | 1    | 0,200             | 1,100            | 1,6                                  | 3,97        | 1,3                     | 1,55                  | 1,35                                 | 7                   | 14                    | 0,49                                 | 18                  | 15 | 1,21             | 46 | 33 | 1,38              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X26  | 1    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 1,15        | 1,69                    | 0,72                  | 0,358                                | 5                   | 15                    | 0,35                                 | 8                   | 15 | 0,55             | 32 | 33 | 0,97              | OK                         | OK                       |    |
| X27  | 2    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 3           | 1,66                    | 2,3                   | 1,605                                | 2                   | 18                    | 0,14                                 | 3                   | 15 | 0,21             | 6  | 33 | 0,18              | OK                         | OK                       |    |
| X28  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 0,74        | 0,17                    | 0,81                  | 0,315                                | 2                   | 17                    | 0,13                                 | 2                   | 15 | 0,14             | 4  | 33 | 0,13              | OK                         | OK                       |    |
| X29  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 0,68        | 0,27                    | 0,61                  | 0,257                                | 2                   | 17                    | 0,10                                 | 2                   | 15 | 0,13             | 4  | 33 | 0,12              | OK                         | OK                       |    |
| X30  | 2    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 9,08        | 3,51                    | 3,61                  | 1,369                                | 4                   | 18                    | 0,21                                 | 10                  | 15 | 0,64             | 14 | 33 | 0,41              | OK                         | OK                       |    |
| X31  | 2    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 1,15        | 1,69                    | 0,72                  | 0,358                                | 5                   | 15                    | 0,35                                 | 8                   | 15 | 0,55             | 32 | 33 | 0,97              | OK                         | OK                       |    |
| X32  | 2    | 0,200             | 1,100            | 1,6                                  | 3,97        | 1,3                     | 1,55                  | 1,35                                 | 7                   | 14                    | 0,49                                 | 18                  | 15 | 1,21             | 46 | 33 | 1,38              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X33  | 2    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 1,29        | 0,9                     | 0,86                  | 0,412                                | 6                   | 15                    | 0,41                                 | 9                   | 15 | 0,62             | 31 | 33 | 0,95              | OK                         | OK                       |    |
| X34  | 2    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 3           | 1,66                    | 2,3                   | 1,605                                | 2                   | 18                    | 0,14                                 | 3                   | 15 | 0,21             | 6  | 33 | 0,18              | OK                         | OK                       |    |
| X35  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 0,68        | 0,27                    | 0,61                  | 0,257                                | 2                   | 17                    | 0,10                                 | 2                   | 15 | 0,13             | 4  | 33 | 0,12              | OK                         | OK                       |    |
| X36  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 0,74        | 0,17                    | 0,81                  | 0,315                                | 2                   | 17                    | 0,13                                 | 2                   | 15 | 0,14             | 4  | 33 | 0,13              | OK                         | OK                       |    |

**Fig. C-1 Diseño Muros Albañilería Top X**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa    |                  |                                      | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                       |                                      | SIN INSPECCIÓN      |                       |                                      |                     |    |      | FLEXO-COMPRESIÓN |    |      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |    |
|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|----|------|------------------|----|------|-------------------|----------------------------|--------------------------|----|
|      |      | Bmin<br>(m)       | D<br>(m)         | altura<br>muro<br>(m)                |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)<br>70,0% | M sis<br>(tm)<br>70,0%               | CORTE               |                       |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |    |      |                  |    |      |                   |                            |                          |    |
|      |      | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> |             | SIGMAtrab<br>(t/m2)     | SIGMAadm<br>(t/m2)    | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                     |    |      |                  |    |      |                   |                            |                          |    |
| X1   | 1    | 0,200             | 5,200            | 0,7                                  | 15,41       | 2,64                    | 5,68                  | 5,431                                | 5                   | 18                    | 0,31                                 | 15                  | 15 | 0,99 | 21               | 33 | 0,63 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X2   | 1    | 0,200             | 1,360            | 1,6                                  | 3,55        | 0,79                    | 1,08                  | 0,593                                | 4                   | 16                    | 0,24                                 | 13                  | 15 | 0,88 | 22               | 33 | 0,66 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X3   | 1    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 10,49       | 2,11                    | 4,48                  | 3,14                                 | 8                   | 17                    | 0,45                                 | 18                  | 15 | 1,22 | 29               | 33 | 0,86 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X4   | 1    | 0,200             | 2,900            | 2,3                                  | 9,84        | 0                       | 4,63                  | 5,968                                | 8                   | 16                    | 0,49                                 | 17                  | 15 | 1,16 | 32               | 33 | 0,96 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X5   | 1    | 0,200             | 5,200            | 0,7                                  | 15,41       | 2,64                    | 5,68                  | 5,431                                | 5                   | 18                    | 0,31                                 | 15                  | 15 | 0,99 | 21               | 33 | 0,63 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X6   | 1    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 10,49       | 2,11                    | 4,48                  | 3,14                                 | 8                   | 17                    | 0,45                                 | 18                  | 15 | 1,22 | 29               | 33 | 0,86 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X7   | 1    | 0,200             | 1,210            | 1,6                                  | 3,55        | 0,79                    | 1,08                  | 0,593                                | 4                   | 16                    | 0,28                                 | 15                  | 15 | 0,99 | 25               | 33 | 0,77 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X8   | 2    | 0,200             | 15,500           | 0,7                                  | 19          | 0                       | 6,16                  | 11,509                               | 2                   | 18                    | 0,11                                 | 6                   | 15 | 0,41 | 7                | 33 | 0,22 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X9   | 2    | 0,200             | 1,210            | 1,6                                  | 1,5         | 0,28                    | 0,41                  | 0,301                                | 2                   | 15                    | 0,11                                 | 6                   | 15 | 0,42 | 11               | 33 | 0,34 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X10  | 2    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 3,99        | 0,37                    | 1,31                  | 1,086                                | 2                   | 17                    | 0,13                                 | 7                   | 15 | 0,46 | 10               | 33 | 0,30 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X11  | 2    | 0,200             | 2,900            | 1,6                                  | 4,24        | 0                       | 2,39                  | 2,432                                | 4                   | 17                    | 0,25                                 | 7                   | 15 | 0,49 | 13               | 33 | 0,40 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X12  | 2    | 0,200             | 2,890            | 1,6                                  | 3,99        | 0,37                    | 1,31                  | 1,086                                | 2                   | 17                    | 0,13                                 | 7                   | 15 | 0,46 | 10               | 33 | 0,30 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X13  | 2    | 0,200             | 1,210            | 1,6                                  | 1,5         | 0,28                    | 0,41                  | 0,301                                | 2                   | 15                    | 0,11                                 | 6                   | 15 | 0,42 | 11               | 33 | 0,34 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X14  | 1    | 0,200             | 0,600            | 2,3                                  | 2,88        | 1,29                    | 0,64                  | 0,337                                | 5                   | 14                    | 0,38                                 | 24                  | 15 | 1,64 | 51               | 33 | 1,55 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X15  | 1    | 0,200             | 3,600            | 0,7                                  | 10,28       | 0                       | 3,35                  | 6,356                                | 5                   | 16                    | 0,29                                 | 14                  | 15 | 0,95 | 25               | 33 | 0,74 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X16  | 1    | 0,200             | 0,890            | 1,6                                  | 3,76        | 1,3                     | 1,45                  | 0,973                                | 8                   | 15                    | 0,56                                 | 21                  | 15 | 1,42 | 52               | 33 | 1,57 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X17  | 1    | 0,200             | 0,890            | 1,6                                  | 3,76        | 1,3                     | 1,45                  | 0,973                                | 8                   | 15                    | 0,56                                 | 21                  | 15 | 1,42 | 52               | 33 | 1,57 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X18  | 1    | 0,200             | 0,600            | 2,3                                  | 2,88        | 1,29                    | 0,64                  | 0,337                                | 5                   | 14                    | 0,38                                 | 24                  | 15 | 1,64 | 51               | 33 | 1,55 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X19  | 2    | 0,200             | 6,100            | 0,7                                  | 9,36        | 0                       | 6,12                  | 11,737                               | 5                   | 17                    | 0,30                                 | 8                   | 15 | 0,51 | 14               | 33 | 0,43 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X20  | 2    | 0,200             | 0,500            | 1,6                                  | 1,77        | 0,52                    | 0,52                  | 0,233                                | 5                   | 14                    | 0,38                                 | 18                  | 15 | 1,19 | 41               | 33 | 1,24 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X21  | 2    | 0,200             | 3,600            | 1,6                                  | 4,36        | 0                       | 4,92                  | 6,297                                | 7                   | 17                    | 0,41                                 | 6                   | 15 | 0,41 | 16               | 33 | 0,49 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X22  | 2    | 0,200             | 0,500            | 1,6                                  | 1,77        | 0,52                    | 0,52                  | 0,233                                | 5                   | 14                    | 0,38                                 | 18                  | 15 | 1,19 | 41               | 33 | 1,24 |                   | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X23  | 1    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 10,59       | 3,64                    | 3,98                  | 0,801                                | 4                   | 18                    | 0,23                                 | 11                  | 15 | 0,75 | 15               | 33 | 0,45 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X24  | 1    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 2,41        | 1,25                    | 0,95                  | 0,398                                | 7                   | 15                    | 0,44                                 | 17                  | 15 | 1,16 | 41               | 33 | 1,22 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X25  | 1    | 0,200             | 1,100            | 1,6                                  | 4,62        | 1,3                     | 1,67                  | 1,22                                 | 8                   | 15                    | 0,50                                 | 21                  | 15 | 1,41 | 46               | 33 | 1,40 |                   | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X26  | 1    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 2,09        | 1,14                    | 0,83                  | 0,348                                | 6                   | 15                    | 0,38                                 | 15                  | 15 | 1,00 | 36               | 33 | 1,07 |                   | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X27  | 2    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 4,04        | 1,95                    | 2,55                  | 3,137                                | 3                   | 17                    | 0,16                                 | 4                   | 15 | 0,29 | 9                | 33 | 0,26 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X28  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 1,74        | 0,67                    | 1,25                  | 0,82                                 | 3                   | 17                    | 0,21                                 | 5                   | 15 | 0,32 | 11               | 33 | 0,35 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X29  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 1,51        | 1,02                    | 1,04                  | 0,865                                | 3                   | 16                    | 0,18                                 | 4                   | 15 | 0,28 | 12               | 33 | 0,36 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X30  | 2    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 10,59       | 3,64                    | 3,98                  | 0,801                                | 4                   | 18                    | 0,23                                 | 11                  | 15 | 0,75 | 15               | 33 | 0,45 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X31  | 2    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 2,09        | 1,14                    | 0,83                  | 0,348                                | 6                   | 15                    | 0,38                                 | 15                  | 15 | 1,00 | 36               | 33 | 1,07 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X32  | 2    | 0,200             | 1,100            | 1,6                                  | 4,62        | 1,3                     | 1,67                  | 1,22                                 | 8                   | 15                    | 0,50                                 | 21                  | 15 | 1,41 | 46               | 33 | 1,40 |                   | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X33  | 2    | 0,200             | 0,700            | 1,6                                  | 2,41        | 1,25                    | 0,95                  | 0,398                                | 7                   | 15                    | 0,44                                 | 17                  | 15 | 1,16 | 41               | 33 | 1,22 |                   | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X34  | 2    | 0,200             | 4,700            | 0,7                                  | 4,04        | 1,95                    | 2,55                  | 3,137                                | 3                   | 17                    | 0,16                                 | 4                   | 15 | 0,29 | 9                | 33 | 0,26 |                   | OK                         | OK                       |    |
| X35  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 1,51        | 1,02                    | 1,04                  | 0,865                                | 3                   | 16                    | 0,18                                 | 4                   | 15 | 0,28 | 12               | 33 | 0,36 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |    |
| X36  | 2    | 0,200             | 1,800            | 1,6                                  | 1,74        | 0,67                    | 1,25                  | 0,82                                 | 3                   | 17                    | 0,21                                 | 5                   | 15 | 0,32 | 11               | 33 | 0,35 |                   | OK                         | OK                       |    |

**Fig. C-2 Diseño Muros Albañilería Botton X**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                       |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    |                                      | FLEXO-COMPRESIÓN |    |      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------|----|------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)<br>70,0% | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                  |    |      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |                       |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                  |    |      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |                       |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                  |    |      |                   |                            |                          |
| Y1   | 1    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 19,94       | 0,76                    | 7,1                   | 5,426                  | 4                 | 18               | 0,23                                 | 12                  | 15                 | 0,78                                 | 13               | 33 | 0,41 |                   | OK                         | OK                       |
| Y2   | 1    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 9,35        | 0,75                    | 4,25                  | 1,214                  | 5                 | 18               | 0,26                                 | 11                  | 15                 | 0,71                                 | 13               | 33 | 0,38 |                   | OK                         | OK                       |
| Y3   | 1    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 8,05        | 0,95                    | 2,59                  | 1,188                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 12                  | 15                 | 0,77                                 | 14               | 33 | 0,44 |                   | OK                         | OK                       |
| Y4   | 2    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 7,77        | 0,23                    | 2,95                  | 0,471                  | 2                 | 19               | 0,09                                 | 5                   | 15                 | 0,30                                 | 5                | 33 | 0,14 |                   | OK                         | OK                       |
| Y5   | 2    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 1,58        | 0,36                    | 1,26                  | 0,831                  | 1                 | 18               | 0,08                                 | 2                   | 15                 | 0,12                                 | 3                | 33 | 0,09 |                   | OK                         | OK                       |
| Y6   | 2    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 2,92        | 0,05                    | 0,78                  | 0,343                  | 1                 | 18               | 0,06                                 | 4                   | 15                 | 0,28                                 | 5                | 33 | 0,15 |                   | OK                         | OK                       |
| Y7   | 1    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 7,31        | 0,51                    | 1,65                  | 2,018                  | 3                 | 16               | 0,17                                 | 13                  | 15                 | 0,86                                 | 18               | 33 | 0,55 |                   | OK                         | OK                       |
| Y8   | 2    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 3,2         | 0,18                    | 1,88                  | 0,094                  | 3                 | 19               | 0,17                                 | 6                   | 15                 | 0,38                                 | 6                | 33 | 0,18 |                   | OK                         | OK                       |
| Y9   | 1    | 0,200          | 6,150    | 2,3                   | 14,68       | 1,91                    | 8,13                  | 3,945                  | 7                 | 18               | 0,36                                 | 12                  | 15                 | 0,82                                 | 15               | 33 | 0,46 |                   | OK                         | OK                       |
| Y10  | 2    | 0,200          | 6,150    | 2,3                   | 4,41        | 0,41                    | 3,27                  | 2,17                   | 3                 | 18               | 0,15                                 | 4                   | 15                 | 0,24                                 | 5                | 33 | 0,15 |                   | OK                         | OK                       |
| Y11  | 1    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 7,31        | 0,51                    | 1,65                  | 2,018                  | 3                 | 16               | 0,17                                 | 13                  | 15                 | 0,86                                 | 18               | 33 | 0,55 |                   | OK                         | OK                       |
| Y12  | 2    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 3,2         | 0,18                    | 1,88                  | 0,094                  | 3                 | 19               | 0,17                                 | 6                   | 15                 | 0,38                                 | 6                | 33 | 0,18 |                   | OK                         | OK                       |
| Y13  | 1    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 19,94       | 0,76                    | 7,1                   | 5,426                  | 4                 | 18               | 0,23                                 | 12                  | 15                 | 0,78                                 | 13               | 33 | 0,41 |                   | OK                         | OK                       |
| Y14  | 1    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 9,35        | 0,75                    | 4,25                  | 1,214                  | 5                 | 18               | 0,26                                 | 11                  | 15                 | 0,71                                 | 13               | 33 | 0,38 |                   | OK                         | OK                       |
| Y15  | 1    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 8,05        | 0,95                    | 2,59                  | 1,188                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 12                  | 15                 | 0,77                                 | 14               | 33 | 0,44 |                   | OK                         | OK                       |
| Y16  | 2    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 7,77        | 0,23                    | 2,95                  | 0,471                  | 2                 | 19               | 0,09                                 | 5                   | 15                 | 0,30                                 | 5                | 33 | 0,14 |                   | OK                         | OK                       |
| Y17  | 2    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 1,58        | 0,36                    | 1,26                  | 0,831                  | 1                 | 18               | 0,08                                 | 2                   | 15                 | 0,12                                 | 3                | 33 | 0,09 |                   | OK                         | OK                       |
| Y18  | 2    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 2,92        | 0,05                    | 0,78                  | 0,343                  | 1                 | 18               | 0,06                                 | 4                   | 15                 | 0,28                                 | 5                | 33 | 0,15 |                   | OK                         | OK                       |

**Fig. C-3 Diseño Muros Albañilería Top Y**



"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

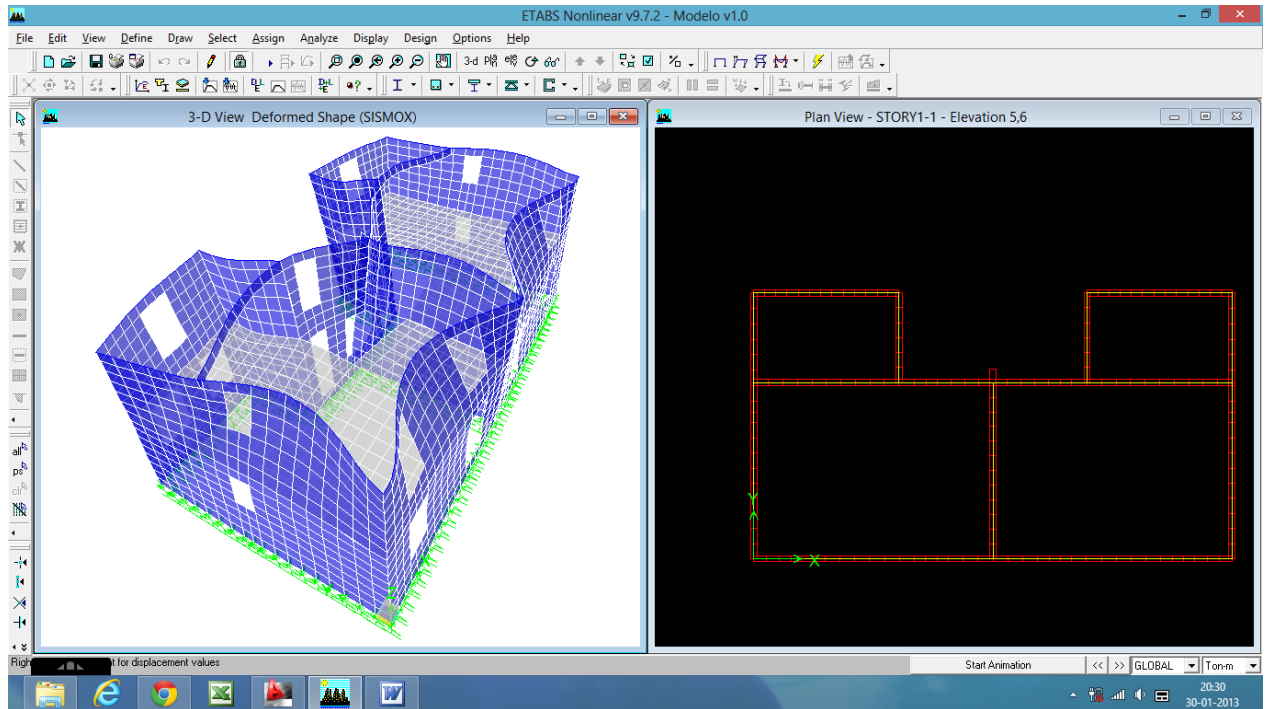
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
| Y1   | 1    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 23,31       | 1,3                     | 7,34         | 10,5                   | 4                 | 18               | 0,24                                 | 14                  | 15                 | 0,91                                 | 17                | 33                         | 0,52                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y2   | 1    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 11,06       | 0,24                    | 4,37         | 2,335                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 13                  | 15                 | 0,84                                 | 15                | 33                         | 0,46                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y3   | 1    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 9,05        | 0,84                    | 2,67         | 1,514                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 13                  | 15                 | 0,86                                 | 16                | 33                         | 0,49                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y4   | 2    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 11,86       | 0,19                    | 3,6          | 1,974                  | 2                 | 18               | 0,11                                 | 7                   | 15                 | 0,46                                 | 8                 | 33                         | 0,23                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y5   | 2    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 3,5         | 0,3                     | 1,6          | 0,457                  | 2                 | 18               | 0,10                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 5                 | 33                         | 0,14                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y6   | 2    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 4,37        | 0,13                    | 1,12         | 0,461                  | 2                 | 18               | 0,09                                 | 6                   | 15                 | 0,42                                 | 7                 | 33                         | 0,22                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y7   | 1    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 8,2         | 1,04                    | 1,99         | 0,716                  | 3                 | 18               | 0,19                                 | 14                  | 15                 | 0,97                                 | 17                | 33                         | 0,52                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y8   | 2    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 4,61        | 0,79                    | 2,94         | 2,106                  | 5                 | 17               | 0,29                                 | 8                   | 15                 | 0,54                                 | 14                | 33                         | 0,43                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y9   | 1    | 0,200          | 6,150    | 2,3                   | 17,02       | 1,65                    | 8,67         | 4,099                  | 7                 | 18               | 0,39                                 | 14                  | 15                 | 0,94                                 | 17                | 33                         | 0,51                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y10  | 2    | 0,200          | 6,150    | 2,3                   | 9,04        | 1,32                    | 5,17         | 1,743                  | 4                 | 18               | 0,23                                 | 7                   | 15                 | 0,50                                 | 9                 | 33                         | 0,27                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y11  | 1    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 8,2         | 1,04                    | 1,99         | 0,716                  | 3                 | 18               | 0,19                                 | 14                  | 15                 | 0,97                                 | 17                | 33                         | 0,52                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y12  | 2    | 0,200          | 2,900    | 2,3                   | 4,61        | 0,79                    | 2,94         | 2,106                  | 5                 | 17               | 0,29                                 | 8                   | 15                 | 0,54                                 | 14                | 33                         | 0,43                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y13  | 1    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 23,31       | 1,3                     | 7,34         | 10,5                   | 4                 | 18               | 0,24                                 | 14                  | 15                 | 0,91                                 | 17                | 33                         | 0,52                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y14  | 1    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 11,06       | 0,24                    | 4,37         | 2,335                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 13                  | 15                 | 0,84                                 | 15                | 33                         | 0,46                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y15  | 1    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 9,05        | 0,84                    | 2,67         | 1,514                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 13                  | 15                 | 0,86                                 | 16                | 33                         | 0,49                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y16  | 2    | 0,200          | 8,600    | 1,2                   | 11,86       | 0,19                    | 3,6          | 1,974                  | 2                 | 18               | 0,11                                 | 7                   | 15                 | 0,46                                 | 8                 | 33                         | 0,23                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y17  | 2    | 0,200          | 4,400    | 1,1                   | 3,5         | 0,3                     | 1,6          | 0,457                  | 2                 | 18               | 0,10                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 5                 | 33                         | 0,14                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y18  | 2    | 0,200          | 3,500    | 1,1                   | 4,37        | 0,13                    | 1,12         | 0,461                  | 2                 | 18               | 0,09                                 | 6                   | 15                 | 0,42                                 | 7                 | 33                         | 0,22                     |                     | OK                    | OK                                   |

**Fig. C-4 Diseño Muros Albañilería Botton Y**

**ANEXO D**  
**DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

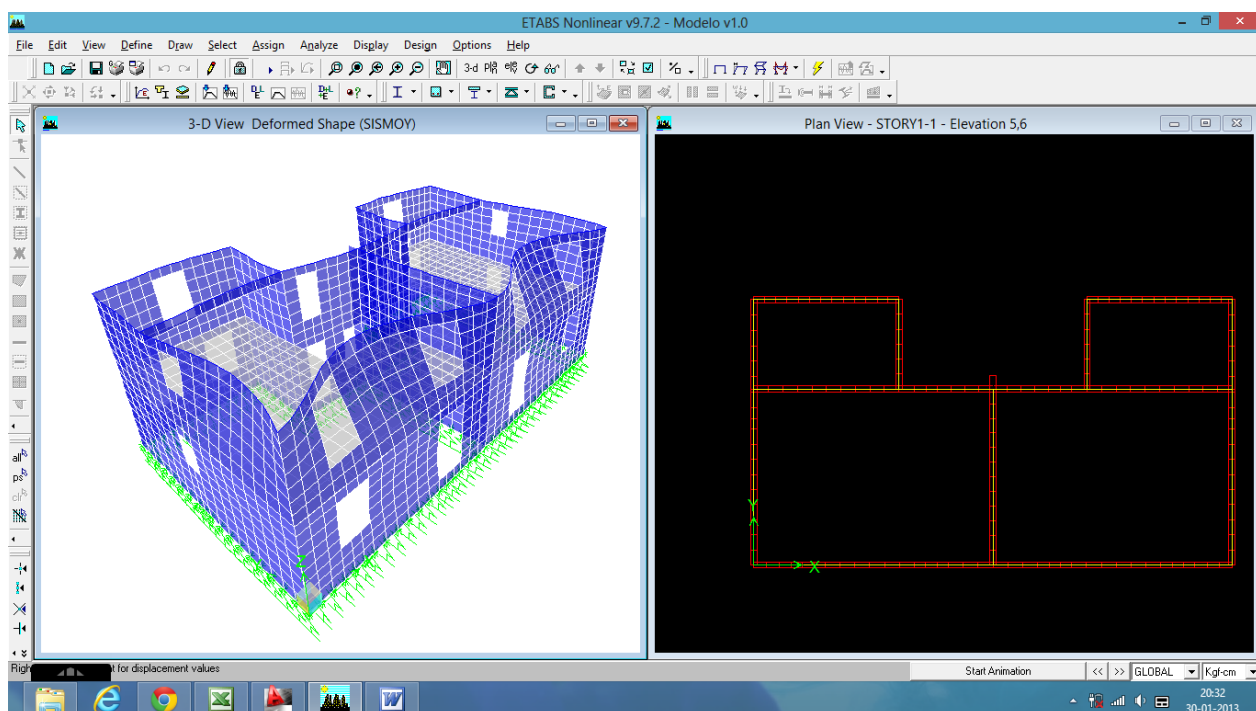


**Fig. D-1 Deformada de la Estructura Sismo X**

**TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X, en cm.**

| Story    | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1-1 | 766   | SISMOX | 0,2081 | 0,0525 | 0,0223 | 0,00008 | 0,00056 | 0,00016 |

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**



**Fig. D-2 Deformada de la Estructura Sismo Y**

**TABLA D-2 Deformación Máxima sismo Y, en cm.**

| Story    | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1-1 | 712   | SISMOY | 0,0023 | 0,3362 | 0,0212 | 0,00129 | 0,00001 | 0,00013 |

**ANEXO E**  
**DISEÑO DE CERCHA TIPO**

## DISEÑO DE CERCHA TIPO

Toda la estructura de techo se realiza con madera ROBLE, de Grado Estructural N°4. Los esfuerzos se calculan haciendo un modelo bidimensional contenido en su plano y las cargas admisibles se determinan según la norma NCh 1198 of 2006.

Los resultados de carga de la cercha tipo, son analizados calculando la envolvente de cargas normal y eventual, siendo la normal la suma del peso propio y la sobrecarga, y la eventual la suma de las cargas de viento, montaje y peso propio.

**El detalle de cada carga es el siguiente:**

- Peso propio (PP):  $130 \text{ kg/m}^2$
- Sobrecarga de Uso (SC):  $30 \text{ kg/m}^2$
- Montaje (M):  $100 \text{ kg}$
- Viento barlovento:  $1.2 * (\sin 22 - 0.4) * 75 = -2.29 \text{ kg/m}^2$
- Viento sotavento:  $-0.4 * 75 = -30 \text{ kg/m}^2$

**Combinaciones de carga:**

- Env Normal: PP + SC
- Env Eventual 1: PP + M1
- Env Eventual 2: PP + M2
- Env Eventual 3: PP + M3
- Env Eventual 4: PP + Vbarlovento + Vsotavento

### ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198 Of 2006)

OBRA:

ITEM:

|  |   |
|--|---|
| Datos Generales  |   |
| Lugar de Servicio  | Santiago  |
| Madera   | Roble   |
| Grado Resistente   | N° 4  |
| Tipo de uniones  | Clavos  |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3) |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal (10 AÑOS)   | <input type="checkbox"/> Carga Eventual (1 DÍA) |

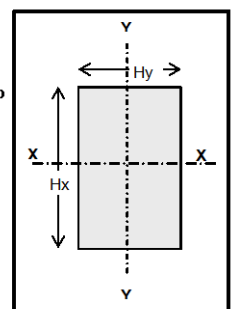
| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
|  |      | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 11   | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 6,6  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 8,3  | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 7900 | 0,97  | 1,000 |
| $E_{f,dis} = 76661,6 \text{ kg/cm}^2$    |      |       |       |

Definidas por el Usuario

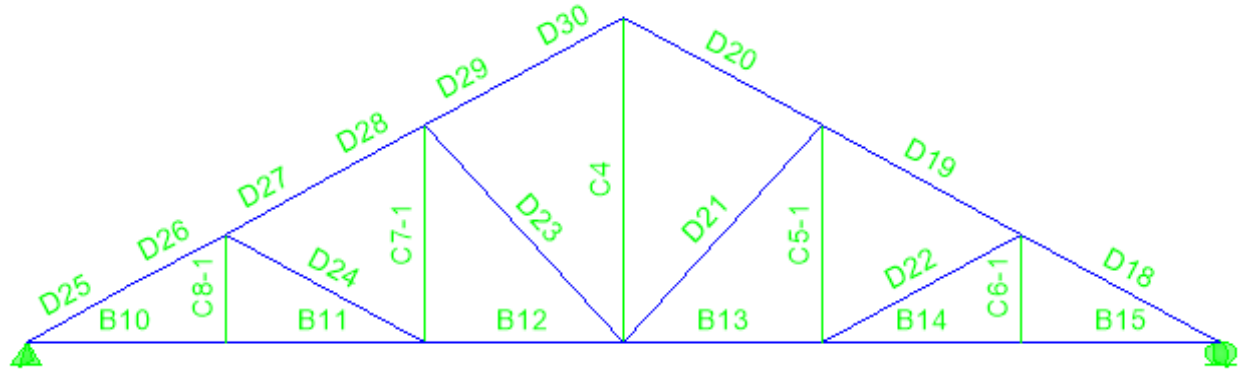
|  |             |
|--|-------------|
|  | Temperatura |
|  | Humedad     |

Según Lugar

|       |             |
|-------|-------------|
| 13,9° | T° Servicio |
| 14%   | H. Equil.   |



Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm



**Figura 1; Identificación de elementos en cercha**

**Tabla 1 Cálculo de Cerchas Envolvente Normal**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión<br>Lx<br>(cm) | Flexión<br>Ly<br>(cm) | Flexión<br>La<br>(cm) | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -775,1        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,34 | 0,21 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -667,09       | -737,028       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,12 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -632,29       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,28 | 0,19 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -472,75       | 1060,46        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,21 | 0,17 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -667,09       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,19 | OK | 10        |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145                      | 145                   | 145                   | 320,74        | 0              | 342          | 1155         | 2526            | 0,28 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 2 Cálculo de Cerchas Envolvente 1**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -781,25       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,34 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -705,67       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,34 | OK | 10        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -580,28       | -1380,01       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,16 | OK | 9         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -552          | -774,177       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -429,01       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -400,73       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -429,98       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -559,51       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,11 | OK | 8         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -675,16       | 1050,51        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,12 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -187,76       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,28 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -196,72       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,46 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,51       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -116,8        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 483,51        | 63,829         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 469,73        | 81,264         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -13,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 94,58         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,45         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,41        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 275,09        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 4         |

**Tabla 3 Cálculo de Cerchas Envolvente 2**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -822,75       | 777,165        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,09 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -794,48       | -1134,96       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,13 | OK | 12        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -678,14       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,26 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -602,55       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,26 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -468,72       | -1619,5        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,19 | OK | 7         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -440,45       | 603,609        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,07 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -465,18       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -594,46       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -709,42       | 1060,62        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,13 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -171,69       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,26 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -254,46       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,60 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,13       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,96       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 553,93        | 101,802        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 500,55        | 86,525         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -14,29        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 86,46         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,16         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 317,69        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,20 | 0,00 | OK | 5         |



**Tabla 4 Cálculo de Cerchas Envolvente 3**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -774,49       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,14 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -746,21       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,14 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -668,8        | -319,247       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,04 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -640,53       | -1806,17       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,21 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -528,49       | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,32 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -452,9        | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,32 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -500,31       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -629,56       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -743,58       | 1072,61        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,13 | OK | 11        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -99,55        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,15 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -234,37       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,55 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,26       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -114,77       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 571,19        | 120,106        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 531,59        | 87,395         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,01 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,35        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 51,19         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,02         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,51        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 303,01        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,19 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 5 Cálculo de Cerchas Envolvente 4**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -596,82       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,12 | OK | 9         |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -568,54       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,12 | OK | 8         |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -481,76       | -596,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,07 | OK | 7         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -453,49       | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,11 | OK | 7         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -353,6        | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,11 | OK | 5         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -325,33       | 835,333        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,11 | 0,10 | OK | 5         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -359,68       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,08 | OK | 6         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -467,61       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,08 | OK | 7         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -564,03       | 771,406        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,03       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -173,05       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -124,88       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,29 | 0,00 | OK | 2         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -80,27        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,12 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 443,04        | 71,765         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 410,21        | 63,474         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,01 | OK | 6         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -10,63        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 58,44         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 41,53         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -9,42         | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 219,77        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,14 | 0,00 | OK | 4         |

**ANEXO F**  
**DISEÑO VIGA ENTREPISO**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 11980/2006)**

**OBRA:** Elías de la Cruz

**ITEM:** Diseño Viga Piso

**Datos Generales**

Lugar de Servicio: Santiago

Madera: Roble

Grado Resistente: N° 2

Tipo de uniones: Clavos

☐ Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3)

☒ Carga Normal (10 AÑOS) ☐ Carga Eventual (1 DÍA)

| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
|  |       | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 17    | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 10,2  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 13    | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 10600 | 0,97  | 1,000 |

$E_{f,dis} = 102862,4 \text{ kg/cm}^2$

Definidas por el Usuario

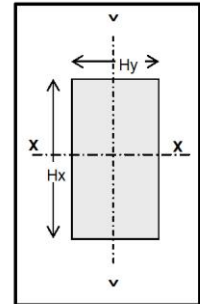
Temperatura

Humedad

Según Lugar

13,9° T° Servicio

14% H. Equil.



**Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm**

| ID ELTO   | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU  | N° Clavos | Observaciones |
|-----------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|-----|-----------|---------------|
|           |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |     |           |               |
| viga piso | 5,08           | 20,32          | 570        | 40         | 40         |  | 0             | 51984          | 3468         | 6756         | 47665           | 0,00 | 1,09 | N/A | 0         |               |

**Fig. E Diseño Viga de Entrepiso**

# **INFORME DE INGENIERÍA**

**Rev. A**

**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“VIVIENDA UNIFAMILIAR LA COLMENA”**

**NOVIEMBRE 2012**  
**INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

| ESTADO DE REVISIONES |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|----------------------|------------------------------|--------|---------------------------------|-----|-----|-----|--------|--------|
| DOCUMENTO N°         |                              |        | 0001                            |     |     |     |        |        |
| TITULO               |                              |        | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR |     |     |     |        |        |
| REVISION             |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
| REV                  | DESCRIPCION                  |        | POR                             | POR | POR | POR | REVISO | APROBO |
| A                    | REVISION<br>Y<br>COMENTARIOS | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 11/2012                         |     |     |     |        |        |
| B                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| C                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| 0                    | REVISADO                     | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 11/2012                         |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |

| PROYECTO         | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR   |
|------------------|---|
| CONTENIDO        | <div><div>1. INTRODUCCIÓN..... 1</div><div>2. OBJETIVO ..... 2</div><div>3. ALCANCE..... 2</div><div>4. MEMORIA DE CÁLCULO..... 2</div><div><div>4.1 ..... BASES DE DISEÑO ..... 3</div><div><div>4.1.1 Descripción de materiales.....</div><div>4.1.2 Descripción de normas y códigos.....</div><div>4.1.3 Parámetros del suelo.....</div></div><div>4.2 ..... HIPÓTESIS DE CÁLCULO ..... 8</div><div>4.3 ..... MODELACIÓN ..... 9</div><div>4.4 ..... MATERIALES .....11</div><div>4.5 ..... ESTADOS DE CARGA .....12</div><div><div>4.5.1 Peso Propio.....</div><div>4.5.2 Sobrecargas de uso.....</div><div>4.5.3 Sobrecargas de Nieve.....</div><div>4.5.4 Peso propio techumbre.....</div><div>4.5.5 Análisis Sísmico.....</div></div><div>4.6 ..... COMBINACIONES DE CARGA.....16</div></div><div>5. CONCLUSIONES ..... 18</div></div> |
| ANEXOS           | ANEXO A – ANEXO B - ANEXO C - ANEXO D - ANEXO E - ANEXO F   |
| PREPARADO<br>POR | <div>Richard Vásquez B.</div> <div>Ingeniero Civil</div>  |
| DISTRIBUCIÓN     |   |

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la presente memoria se detallan los antecedentes considerados en los cálculos estructurales del proyecto Vivienda Unifamiliar La Colmena. La estructura se emplaza en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, Chile; lo cual implica que estará ubicado en la Zona Sísmica número 2 del país.

La Estructura debe poseer dimensiones para cumplir requerimientos de uso y construcción, requeridas por la normativa vigente.

En base a la información entregada, se ha propuesto una estructura en base a muros de albañilería. Fundaciones corridas con vigas de sobrecimientos.

La techumbre esta compuesta por cerchas de madera que sostienen un tablero OSB que sirve de base para la colocación de las tejas.

El presente informe de ingeniería de detalle, consta del análisis y estructuración de la edificación.

La modelación de la estructura se realizara a través de un software computacional de elementos finitos ETABS para luego, en base a normas chilenas y códigos extranjeros, realizar un diseño óptimo, seguro y económico.

## **2. OBJETIVO**

El objetivo general del presente estudio es realizar la verificación del diseño estructural completo del proyecto Vivienda Unifamiliar La Colmena, definiendo la estructuración más apropiada, además de determinar las dimensiones constructivas que verifiquen las condiciones de carga a la que estará expuesta la estructura, cumpliendo los criterios de diseño, definidos en base a la normativa nacional y extranjera.

## **3. ALCANCE**

El alcance de éste informe consta de:

- Definición de las bases de diseño,
- Estructuración,
- Modelación de la estructura en el software, de acuerdo a las bases de cálculo,
- El análisis del modelo planteado y la obtención de esfuerzos de diseño,
- El cálculo y diseño de los elementos estructurales,
- Las verificaciones necesarias para asegurar la estabilidad estructural,

## **4. MEMORIA DE CÁLCULO**

La presente memoria de cálculo establece los criterios de diseño, los métodos de cálculo y las verificaciones de condiciones de servicio, junto con lograr el diseño de todos los elementos estructurales; verificando los espesores y dimensiones, dados en las hipótesis de cálculo inmersa en esta memoria.



## 4.1 Bases de diseño

### 4.1.1 Descripción de materiales

- Hormigón

- Hormigón estructural H-20:

En todos los elementos de hormigón; vigas, cadenas y vigas de sobrecimiento se especifica un hormigón grado H-20, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85, tiene una resistencia característica cilíndrica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 16(MPa)$  ó  $f'_c = 160\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%.

Este grado de hormigón será utilizado en todas las partidas donde se requiera este material a excepción del hormigón del emplantillado.

- Hormigón de emplantillado H5:

El emplantillado que soporta las fundaciones de la Edificación, estará compuesto de hormigón grado H5, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85 tiene una resistencia cilíndrica característica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 4(MPa)$  ó  $f'_c = 40\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%. Este hormigón será utilizado únicamente para el emplantillado.

- Propiedades mecánicas del Hormigón:

➤ Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ):

Basándose en el código de diseño ACI318-08 se determina la siguiente expresión, definida en la sección 8.5.1., para el cálculo del módulo de elasticidad:

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

Dónde:  $f_c'$  es la resistencia cilíndrica especificada para el hormigón en MPa.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow E_c = 18800(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow E_c = 9400(MPa)$$

➤ Módulo de Corte ( $G$ ):

Desde la sección 8.5.1. del código ACI 318-08, se obtiene la siguiente expresión para el cálculo del módulo de corte en el hormigón:

$$G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$$

dónde:  $\nu$  corresponde al Módulo de Poisson, que a considerar es de 0.15.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow G = 9139(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow G = 4087(MPa)$$

- Propiedades físicas del Hormigón:

➤ Densidad:

Para ésta estructura se considera un hormigón de densidad normal, estimada

$$\text{en } \gamma_c = 2500 \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

➤ Coeficiente térmico por expansión ( $\alpha$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del coeficiente térmico por expansión de 1.08, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

➤ Módulo de Poisson ( $\rho$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del Modulo de Poisson de 0.15, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

Finalmente se puede realizar una tabla resumen que contiene las propiedades que son ingresadas al programa de análisis por elemento finitos que será usado:

|                             | Clase de Hormigón |       |      |
|-----------------------------|-------------------|-------|------|
|                             | H30               | H20   | H5   |
| E (MPa)                     | 23500             | 18800 | 9400 |
| G (MPa)                     | 10217             | 8174  | 4087 |
|                             |                   |       |      |
| $\nu$                       | 0.15              |       |      |
| $\alpha$                    | 1.08              |       |      |
| $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2500              |       |      |

- Acero de Refuerzo

Se considerará una calidad de las barras de acero de refuerzo de A 63-42 H. Las cantidades y disposición del refuerzo en el hormigón armado, serán determinadas en la etapa de diseño, en donde se podrá obtener:

- Diámetro de las barras de acero a utilizar como refuerzo
- Área de armadura para resistir esfuerzos de diseño
- Espaciamiento y disposición del refuerzo
- Recubrimiento mínimo para refuerzo
- Diámetro mínimo y especificaciones del doblado del acero

#### 4.1.2 Descripción de normas y códigos

Las normas y códigos de diseño utilizados en el presente informe, se detallan a continuación:

- Norma NCh433 Of.96 mod. 2009, Diseño sísmico de edificios.
- D.S.60 y D.S.61
- Norma NCh1537 Of. 86., Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- Norma NCh431 Of.77, Construcción - Sobrecargas de nieve
- Norma NCh432 Of.71, Calculo de la acción del viento sobre las construcciones.

- AISC-LRFD, Diseño de acero (Load and Resistance Factor Design).
- Código ACI318-08, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- Norma NCh170 Of.85 Hormigón – Requisitos generales.
- Norma NCh317 Of. Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

#### **4.1.3 Parámetros del suelo**

El suelo en el cual se ubica el proyecto Vivienda Unifamiliar La Colmena, se clasifico como uno del Tipo B, según D.S. N°61.

La capacidad de soporte admisible del suelo de fundación se estima de manera conservadora:

Tensión admisible estático : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión admisible dinámico : 1.6 kg/cm<sup>2</sup>

## 4.2 Hipótesis de cálculo

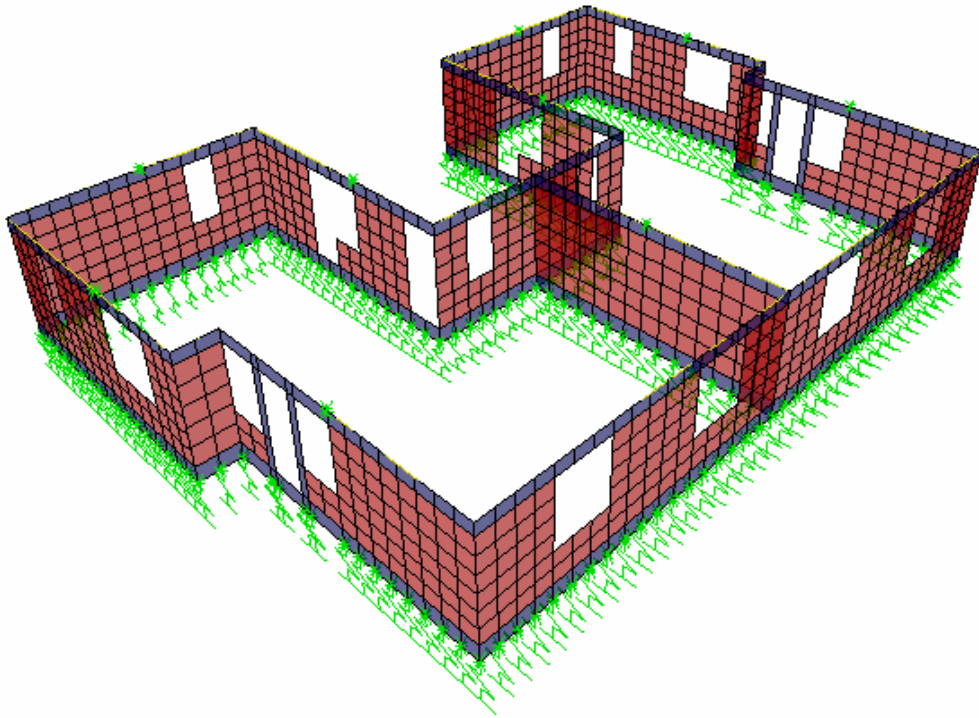
- La Edificación de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla, se encasilla en la Categoría II, según la NCh. 433 Of. 96 mod.2009.
- Se utiliza factor de Modificación de respuesta  $R=3$ , y Coeficiente Sísmico utilizado  $C_{máx.}=0.180$
- La conformación del sistema estructural es basada en una configuración mediante muros de albañilería, que sean capaces de resistir solicitaciones tales como: sismo, viento, nieve, sobrecargas de techo y peso propio.
- La estructura transmite hacia el suelo las cargas recibidas de forma permanente y esporádica, a través de las fundaciones y estas a la vez, reciben las cargas desde los muros.
- Se consideran fundaciones con zapatas corridas y vigas de sobrecimiento bajo muros de albañilería.
- Las propiedades físicas y mecánicas del acero estructural utilizado para el diseño, se encuentran descritas anteriormente en el punto 4.1.1.
- El proyecto al estar emplazado en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, estará inmerso en la Zona Sísmica número 2 del país.
- Para el cálculo de los períodos de la estructura, se obtendrán inicialmente del análisis modal del software de elementos finitos, luego estos periodos serán analizados de acuerdo a lo estipulado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios" según el modal espectral.

### **4.3 Modelación**

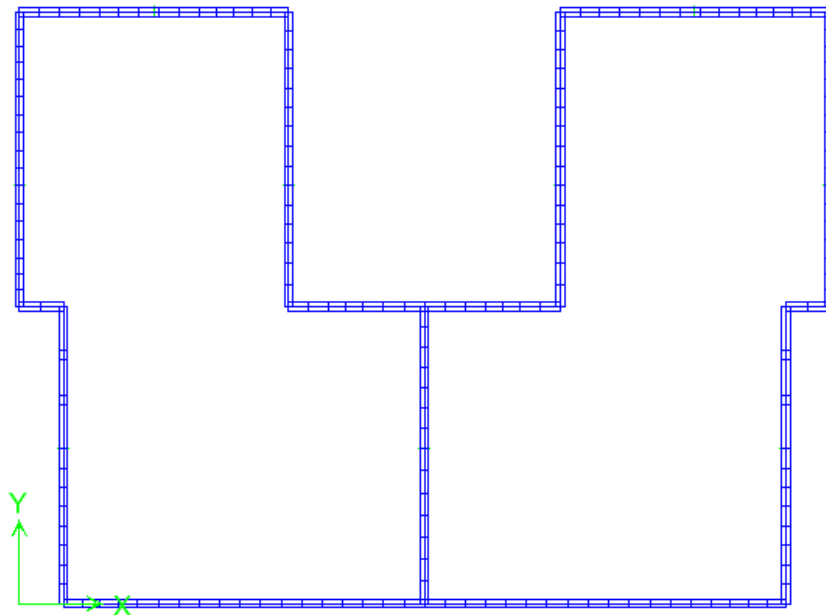
La modelación comienza con un requerimiento específico, que es simplificar el análisis estructural mediante un software estructural en base a elementos finitos. Luego de contar con la estructuración definida y simplificada, comenzamos a emplear el software de la siguiente forma:

En primera instancia se ingresan las propiedades, tanto físicas como mecánicas del material, que en este caso corresponde a albañilería y hormigón armado.

Para la realización del modelo, se procede a dibujar los elementos Shell que componen los muros de albañilería, vigas, cadenas y vigas de sobrecimientos.



**Fig. Nº 1.- Vista Isométrica de Estructura**



**Fig. Nº 2.- Vista Planta de Estructura**



## 4.4 Materiales

**Material Property Data**

**Material Name** H20

**Type of Material**  
☒ Isotropic ☐ Orthotropic

**Analysis Property Data**  
 Mass per unit Volume 2,448E-06  
 Weight per unit Volume 2,403E-03  
 Modulus of Elasticity 253105,065  
 Poisson's Ratio 0,2  
 Coeff of Thermal Expansion 9,900E-06  
 Shear Modulus 105460,444

**Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)**  
 Specified Conc Comp Strength, f'c 160,  
 Bending Reinf. Yield Stress, fy 4200,  
 Shear Reinf. Yield Stress, fys 4200,  
☐ Lightweight Concrete  
 Shear Strength Reduc. Factor

**Display Color**  
 Color

**Type of Design**  
 Design Concrete

OK Cancel

**Fig. N° 3.- Propiedades Mecanicas Hormigón kgf-cm**

**Material Property Data**

**Material Name** ALBA

**Type of Material**  
☒ Isotropic ☐ Orthotropic

**Analysis Property Data**  
 Mass per unit Volume 1,680E-06  
 Weight per unit Volume 1,650E-03  
 Modulus of Elasticity 60000,  
 Poisson's Ratio 0,3  
 Coeff of Thermal Expansion 1,170E-05  
 Shear Modulus 23076,9231

**Design Property Data**

**Display Color**  
 Color

**Type of Design**  
 Design None

OK Cancel

**Fig. N° 4.- Propiedades Mecanicas Albañilería kgf-cm**

## 4.5 Estados de Carga

### 4.5.1 Peso Propio

- Metodología de cálculo
- El peso propio de la estructura es entregado por defecto mediante el software de elementos finitos y los demás elementos no modelados, se ingresan a este, como cargas.

### 4.5.2 Sobrecargas de uso

- Metodología de cálculo

Las sobrecargas de uso empleadas son:

- Sobrecarga de techo

Esta carga según lo indica la NCh 1537 Of.2009 corresponde a:

$$q_k = 100 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

La que puede ser reducida si cumple con los requisitos mencionados en dicha norma.

Reducción de sobrecarga de techo según la siguiente formula:

$$q_{kred} = C_0 \cdot C_A \cdot q_k$$

En donde:

$C_0$  = Coeficiente de reducción por pendiente de techo;

$C_A$  = Coeficiente de reducción por área tributaria.

La pendiente del techo aplicada corresponde a 78,12%, por lo que:

$$q_{kred} = 30 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

#### 4.5.3 Sobrecargas de Nieve

Según la NCh 431 Of. 77 “Construcción – Sobrecargas de Nieve” indica la sobrecarga de nieve que se debe aplicar al diseño de las estructuras ubicadas en todo el territorio nacional, excluyendo el territorio Antártico Chileno:

A partir de la altitud y latitud geográfica de la estructura, se puede determinar la sobrecarga a aplicar.

El Proyecto “Vivienda Unifamiliar” como se menciona anteriormente se emplazara en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana, por lo que las coordenadas geográficas aproximadas de su ubicación corresponden a:

Latitud 33° 27' aprox.

Altitud 558 m. aprox.

Estos datos son interpretados a través de la tabla 2 de la Nch431 Of.77 obteniendo una Sobrecarga básica mínima de nieve equivalente a  $25 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$  aplicada al techo en el eje Z proyectado.

**Nota: Sobrecarga de techo controla el diseño por ser superior a sobrecarga de nieve.**

#### 4.5.4 Peso propio techumbre

Las cargas de techumbre empleadas son:

- Peso Propio Cubierta

$$q_{cubierta} = 95 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

- Peso Propio Cerchas

$$q_{cerchas} = 15 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

- Peso Propio Cielo

$$q_{cielo} = 10 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

#### **4.5.5 Análisis Sísmico**

➤ Metodología de cálculo

Según lo indicado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios” de acuerdo a la ubicación geográfica la estructura queda incluida en la Zona sísmica 2 y según lo indicado en la presente se optara por un suelo de clasificación tipo B.

De acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla; el “Proyecto Vivienda Unifamiliar” se clasifica en la Categoría II.

En relación a los antecedentes presentados anteriormente el método a emplear es el Análisis Modal Espectral.

Con los periodos (asociados a los modos con mayor masa trasnacional según dirección de análisis) encontrados y todos los demás parámetros, se determinan las solicitaciones sísmicas de acuerdo a la NCh 433 Of. 96 MOD. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios”, que será cargado en el software de elementos finitos y asociado a las masas participantes, de acuerdo a la que indica esta norma un 100% del peso propio.

## 4.6 Combinaciones de Carga

### Estructura Hormigón Armado

Se utilizarán las combinaciones de carga dispuestas para el Método LRFD.  
ACI318-2008 y NCh3171 Of.2010

|     |                  |
|-----|------------------|
| C1  | :1.4xD           |
| C2  | :1.2xD + 0.5Lr   |
| C3X | :1.2xD +- 1.4xEx |
| C4Y | :1.2xD +- 1.4xEy |
| C5X | :0.9xD +- 1.4xEx |
| C6Y | :0.9xD +- 1.4xEy |

Donde:

D: Cargas permanentes

Lr: Sobrecargas de uso techo

E: Carga Sísmica

E<sub>Y</sub> : Sismo de la estructura en eje Y

E<sub>X</sub> : Sismo de la estructura en eje X

## **Fundaciones**

Para el diseño geotécnico de las fundaciones, se consideraron las siguientes combinaciones de carga:

FUND :  $1.0xD + 0.4xLr$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 1.0xEx$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 1.0xEy$

El momento volcante sísmico para el diseño de las fundaciones deberá calcularse con el 50% de la sollicitación establecida en NCh 433 Of. 1996 mod.2009.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el diseño estructural del "Proyecto Vivienda Unifamiliar La Colmena" se presentan las siguientes conclusiones acerca de la estructuración final:

- Para los elementos de hormigón de la estructura y fundaciones, se ha especificado uno de grado H-20, con un nivel de confianza del 90%.
- Para el diseño de los elementos de albañilería se utiliza de manera conservadora el ladrillo: mnM.

mnM: Ladrillo cerámico hecho a mano, macizo en toda su masa, sin ninguna perforación ni hueco.

- Dados los parámetros de los materiales mencionados anteriormente, los parámetros del suelo utilizado y la ubicación, se ha realizado la estructuración del Proyecto Vivienda Unifamiliar, siguiendo a cabalidad lo especificado por la normativa.

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos solicitantes, la inexistencia de armadura mínima vertical y horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.



- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 40 cm.

Altura fundación: 45 cm.

- Las deformaciones de la estructura están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.

---

**RICHARD VÁSQUEZ B.**  
**INGENIERO CIVIL**

UNIFAMILIAR"

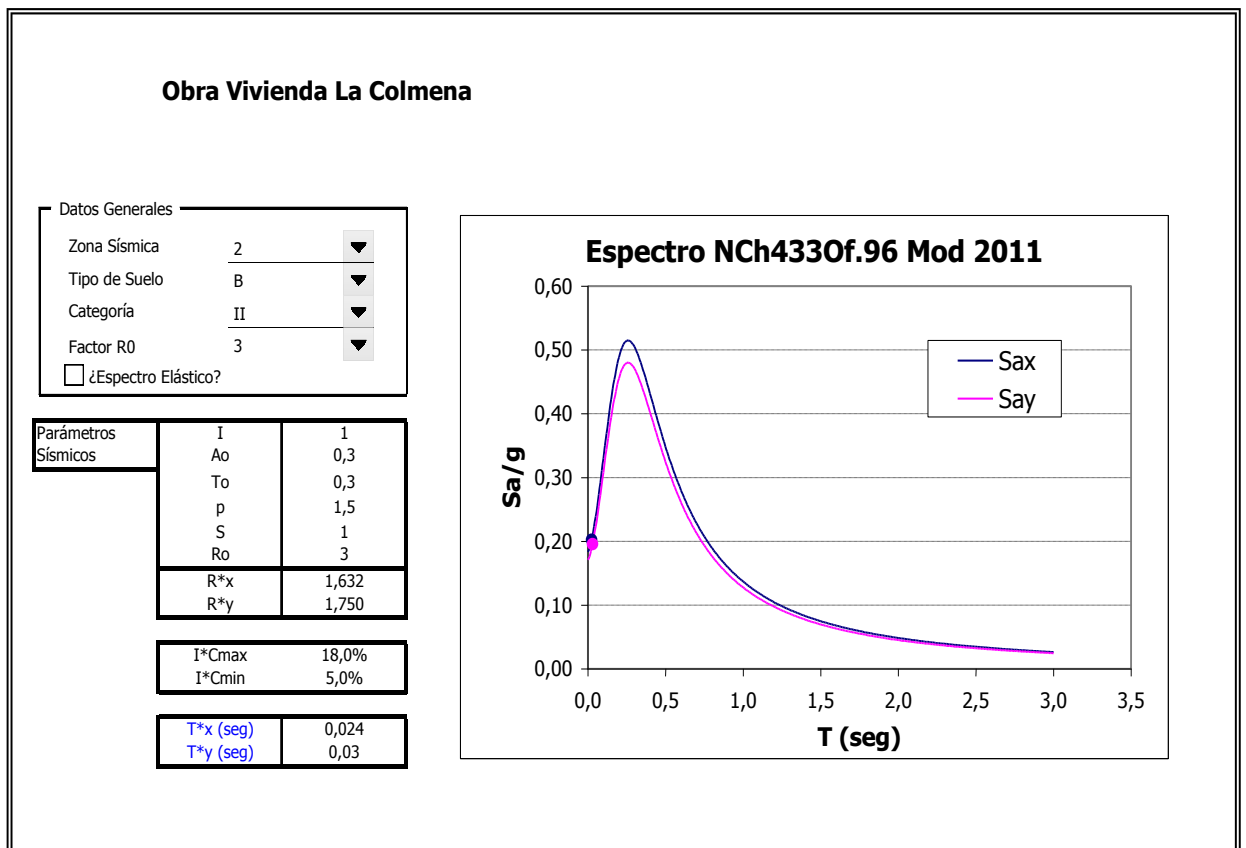
"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**ANEXO A**  
**ANÁLISIS SISMICO**

| Mode | Period   | UX      | UY      | UZ | SumUX   | SumUY   | SumUZ | RX      | RY      | RZ     | SumRX   | SumRY   | SumRZ   |
|------|----------|---------|---------|----|---------|---------|-------|---------|---------|--------|---------|---------|---------|
| 1    | 0,128128 | 2,8944  | 0,0001  | 0  | 2,8944  | 0,0001  | 0     | 0,0001  | 4,2752  | 3,2007 | 0,0001  | 4,2752  | 3,2007  |
| 2    | 0,124148 | 0       | 3,4826  | 0  | 2,8944  | 3,4827  | 0     | 3,5623  | 0       | 0      | 3,5624  | 4,2752  | 3,2007  |
| 3    | 0,119921 | 4,5629  | 0       | 0  | 7,4573  | 3,4827  | 0     | 0       | 6,2     | 0,1562 | 3,5624  | 10,4753 | 3,3569  |
| 4    | 0,110595 | 0       | 7,6572  | 0  | 7,4573  | 11,1399 | 0     | 6,6962  | 0       | 0      | 10,2585 | 10,4753 | 3,3569  |
| 5    | 0,05795  | 24,0001 | 0,0239  | 0  | 31,4574 | 11,1638 | 0     | 0,0175  | 26,03   | 8,4369 | 10,276  | 36,5053 | 11,7938 |
| 6    | 0,053578 | 0,027   | 0,5854  | 0  | 31,4844 | 11,7491 | 0     | 0,515   | 0,0274  | 0,0066 | 10,791  | 36,5327 | 11,8004 |
| 7    | 0,051986 | 7,6659  | 0       | 0  | 39,1503 | 11,7491 | 0     | 0       | 6,6863  | 0,0641 | 10,7911 | 43,2189 | 11,8645 |
| 8    | 0,044816 | 0,1997  | 3,8513  | 0  | 39,35   | 15,6005 | 0     | 2,3985  | 0,1454  | 0,09   | 13,1896 | 43,3643 | 11,9546 |
| 9    | 0,043313 | 10,067  | 0,0208  | 0  | 49,4169 | 15,6213 | 0     | 0,0133  | 7,1243  | 0,2107 | 13,2029 | 50,4886 | 12,1653 |
| 10   | 0,038001 | 9,8078  | 0,0366  | 0  | 59,2248 | 15,6579 | 0     | 0,0279  | 9,918   | 3,5017 | 13,2308 | 60,4066 | 15,667  |
| 11   | 0,035024 | 0,0265  | 34,2879 | 0  | 59,2512 | 49,9458 | 0     | 31,1516 | 0,0161  | 0,0223 | 44,3824 | 60,4228 | 15,6892 |
| 12   | 0,029928 | 0,0018  | 36,7491 | 0  | 59,253  | 86,6948 | 0     | 48,5878 | 0       | 0,0185 | 92,9702 | 60,4228 | 15,7078 |
| 13   | 0,023683 | 26,3236 | 0,0014  | 0  | 85,5766 | 86,6962 | 0     | 0,002   | 30,9472 | 3,198  | 92,9722 | 91,37   | 18,9058 |
| 14   | 0,012065 | 0,0374  | 6,0249  | 0  | 85,614  | 92,7211 | 0     | 1,8162  | 0,0329  | 0,057  | 94,7884 | 91,4029 | 18,9627 |
| 15   | 0,010032 | 7,3754  | 0,0248  | 0  | 92,9894 | 92,7459 | 0     | 0,004   | 2,621   | 0,0038 | 94,7925 | 94,0239 | 18,9666 |

**Fig. A-1 Modos de la Estructura**



**Fig. A-2      Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**OBRA VIVIENDA LA COLMENA**

**CORTES BASALES Y AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL**

| Spec  | Mode | Dir | F1         | F2         | F3 | M1 | M2 | M3 |
|-------|------|-----|------------|------------|----|----|----|----|
| SPECX | 1    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 2    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 3    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 4    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 5    | U1  | 0,4        | 0,0        | 0  | 0  | 1  | -5 |
| SPECX | 6    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 7    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 8    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 9    | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 10   | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 11   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 12   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 13   | U1  | 0,4        | 0,0        | 0  | 0  | 1  | -1 |
| SPECX | 14   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 15   | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | All  | All | <b>0,8</b> | 0,0        | 0  | 0  | 2  | 6  |
| SPECY | 1    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 2    | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 1  |
| SPECY | 3    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 4    | U2  | 0,0        | 0,2        | 0  | 0  | 0  | 2  |
| SPECY | 5    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 6    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 7    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 8    | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 9    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 10   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 11   | U2  | 0,0        | 0,5        | 0  | -1 | 0  | 5  |
| SPECY | 12   | U2  | 0,0        | 0,5        | 0  | -1 | 0  | 5  |
| SPECY | 13   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 14   | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 1  |
| SPECY | 15   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | All  | All | 0,0        | <b>0,9</b> | 0  | 2  | 0  | 8  |

Masa Sísmica : 97,78 ton  
 Corte Mínimo : 5,87 ton ( % Peso Sísmico)  
 Corte Máximo : 17,60 ton ( % Peso Sísmico)

Factor de Ampl. X: ➔ 7,719 23,15842  
 Factor de Ampl. Y: ➔ 6,822 20,46558

**Fig. A-3 Factor Amplificación Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**ANEXO B**  
**DISEÑO DE FUNDACIONES**

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA LA COLMENA**

Límite (ton/m<sup>2</sup>)

10,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| X1   | 0,470       | 0,68       | 0,400    | 16,500   | <b>4,25</b> | <b>bajo</b>               | 21,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 41,3 | 0,024 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,054         | 0,027         | 10,000        | 15,0         | 7128              | <b>1340</b>        |
| X7   | 0,500       | 0,07       | 0,400    | 1,000    | <b>6,29</b> | <b>bajo</b>               | 2,1           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,050         | 0,025         | 10,000        | 15,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| X8   | 0,470       | 0,25       | 0,400    | 6,200    | <b>4,16</b> | <b>bajo</b>               | 7,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,5 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,053         | 0,026         | 10,000        | 15,0         | 7128              | <b>1340</b>        |
| X12  | 0,500       | 0,07       | 0,400    | 1,000    | <b>6,29</b> | <b>bajo</b>               | 2,1           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,050         | 0,025         | 10,000        | 15,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| X13  | 0,460       | 0,27       | 0,400    | 6,150    | <b>4,47</b> | <b>bajo</b>               | 8,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,4 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,056         | 0,028         | 10,000        | 15,0         | 7174              | <b>1320</b>        |
| X16  | 0,460       | 0,27       | 0,400    | 6,150    | <b>4,46</b> | <b>bajo</b>               | 8,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,4 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,056         | 0,028         | 10,000        | 15,0         | 7174              | <b>1320</b>        |
| Y1   | 0,410       | 0,26       | 0,400    | 6,720    | <b>4,00</b> | <b>bajo</b>               | 8,1           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 16,8 | 0,060 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,051         | 0,025         | 10,000        | 15,0         | 7439              | <b>1220</b>        |
| Y5   | 0,440       | 0,16       | 0,400    | 4,530    | <b>3,70</b> | <b>bajo</b>               | 4,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 11,3 | 0,088 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,047         | 0,023         | 10,000        | 15,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y7   | 0,440       | 0,09       | 0,400    | 2,650    | <b>3,57</b> | <b>bajo</b>               | 2,7           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 6,6  | 0,151 | 1,866 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,040         | 0,020         | 10,000        | 15,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y9   | 0,430       | 0,12       | 0,400    | 2,170    | <b>5,18</b> | <b>bajo</b>               | 3,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 5,4  | 0,184 | 1,756 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,055         | 0,027         | 10,000        | 15,0         | 7326              | <b>1260</b>        |
| Y10  | 0,500       | 0,34       | 0,400    | 6,780    | <b>4,93</b> | <b>bajo</b>               | 10,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 17,0 | 0,059 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,062         | 0,031         | 10,000        | 15,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| Y11  | 0,440       | 0,09       | 0,400    | 2,650    | <b>3,58</b> | <b>bajo</b>               | 2,8           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 6,6  | 0,151 | 1,866 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,040         | 0,020         | 10,000        | 15,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y13  | 0,430       | 0,12       | 0,400    | 2,170    | <b>5,18</b> | <b>bajo</b>               | 3,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 5,4  | 0,184 | 1,756 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,055         | 0,027         | 10,000        | 15,0         | 7326              | <b>1260</b>        |
| Y14  | 0,440       | 0,16       | 0,400    | 4,530    | <b>3,70</b> | <b>bajo</b>               | 4,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 11,3 | 0,088 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,047         | 0,023         | 10,000        | 15,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y17  | 0,410       | 0,24       | 0,400    | 6,720    | <b>3,80</b> | <b>bajo</b>               | 7,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 16,8 | 0,060 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000            | 0,048         | 0,024         | 11,000        | 16,5         | 7439              | <b>1220</b>        |

**Fig. B-1 Fundaciones Caso Estático**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA LA COLMENA**

Límite (ton/m2)

16,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| X1   | 0,470       | 0,80       | 0,400    | 16,500   | <b>4,82</b> | <b>bajo</b>               | 25,3          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 41,3 | 0,024 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,061         | 0,030         | 16,000        | 24,0         | 7128              | <b>1340</b>        |
| X7   | 0,500       | 0,10       | 0,400    | 1,000    | <b>8,92</b> | <b>bajo</b>               | 3,2           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,071         | 0,036         | 16,000        | 24,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| X8   | 0,470       | 0,37       | 0,400    | 6,200    | <b>5,66</b> | <b>bajo</b>               | 11,6          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,5 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,072         | 0,036         | 16,000        | 24,0         | 7128              | <b>1340</b>        |
| X12  | 0,500       | 0,10       | 0,400    | 1,000    | <b>8,99</b> | <b>bajo</b>               | 3,2           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,072         | 0,036         | 16,000        | 24,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| X13  | 0,460       | 0,36       | 0,400    | 6,150    | <b>5,56</b> | <b>bajo</b>               | 11,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,4 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,070         | 0,035         | 16,000        | 24,0         | 7174              | <b>1320</b>        |
| X16  | 0,460       | 0,36       | 0,400    | 6,150    | <b>5,58</b> | <b>bajo</b>               | 11,3          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,4 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,071         | 0,035         | 16,000        | 24,0         | 7174              | <b>1320</b>        |
| Y1   | 0,410       | 0,42       | 0,400    | 6,720    | <b>5,96</b> | <b>bajo</b>               | 13,4          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 16,8 | 0,060 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,075         | 0,038         | 16,000        | 24,0         | 7439              | <b>1220</b>        |
| Y5   | 0,440       | 0,20       | 0,400    | 4,530    | <b>4,49</b> | <b>bajo</b>               | 6,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 11,3 | 0,088 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,057         | 0,028         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y7   | 0,440       | 0,14       | 0,400    | 2,650    | <b>5,13</b> | <b>bajo</b>               | 4,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 6,6  | 0,151 | 1,866 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,058         | 0,029         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y9   | 0,430       | 0,14       | 0,400    | 2,170    | <b>6,09</b> | <b>bajo</b>               | 4,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 5,4  | 0,184 | 1,756 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,064         | 0,032         | 16,000        | 24,0         | 7326              | <b>1260</b>        |
| Y10  | 0,500       | 0,29       | 0,400    | 6,780    | <b>4,38</b> | <b>bajo</b>               | 9,2           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 17,0 | 0,059 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,055         | 0,028         | 16,000        | 24,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| Y11  | 0,440       | 0,14       | 0,400    | 2,650    | <b>5,17</b> | <b>bajo</b>               | 4,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 6,6  | 0,151 | 1,866 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,058         | 0,029         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y13  | 0,430       | 0,15       | 0,400    | 2,170    | <b>6,51</b> | <b>bajo</b>               | 4,8           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 5,4  | 0,184 | 1,756 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,069         | 0,034         | 16,000        | 24,0         | 7326              | <b>1260</b>        |
| Y14  | 0,440       | 0,20       | 0,400    | 4,530    | <b>4,51</b> | <b>bajo</b>               | 6,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 11,3 | 0,088 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,057         | 0,029         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y17  | 0,410       | 0,40       | 0,400    | 6,720    | <b>5,72</b> | <b>bajo</b>               | 12,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 16,8 | 0,060 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,072         | 0,036         | 16,000        | 24,0         | 7439              | <b>1220</b>        |

**Fig. B-2 Fundaciones Caso Sismo X**



FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA LA COLMENA

Límite (ton/m2)

16,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| X1   | 0,470       | 0,81       | 0,400    | 16,500   | <b>4,89</b> | <b>bajo</b>               | 25,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 41,3 | 0,024 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,062         | 0,031         | 16,000        | 24,0         | 7128              | <b>1340</b>        |
| X7   | 0,500       | 0,08       | 0,400    | 1,000    | <b>7,19</b> | <b>bajo</b>               | 2,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,058         | 0,029         | 16,000        | 24,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| X8   | 0,470       | 0,27       | 0,400    | 6,200    | <b>4,47</b> | <b>bajo</b>               | 8,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,5 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,057         | 0,028         | 16,000        | 24,0         | 7128              | <b>1340</b>        |
| X12  | 0,500       | 0,08       | 0,400    | 1,000    | <b>7,19</b> | <b>bajo</b>               | 2,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,058         | 0,029         | 16,000        | 24,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| X13  | 0,460       | 0,30       | 0,400    | 6,150    | <b>4,81</b> | <b>bajo</b>               | 9,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,4 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,061         | 0,030         | 16,000        | 24,0         | 7174              | <b>1320</b>        |
| X16  | 0,460       | 0,30       | 0,400    | 6,150    | <b>4,81</b> | <b>bajo</b>               | 9,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 15,4 | 0,065 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,061         | 0,030         | 16,000        | 24,0         | 7174              | <b>1320</b>        |
| Y1   | 0,410       | 0,34       | 0,400    | 6,720    | <b>5,03</b> | <b>bajo</b>               | 10,9          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 16,8 | 0,060 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,064         | 0,032         | 16,000        | 24,0         | 7439              | <b>1220</b>        |
| Y5   | 0,440       | 0,19       | 0,400    | 4,530    | <b>4,24</b> | <b>bajo</b>               | 5,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 11,3 | 0,088 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,054         | 0,027         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y7   | 0,440       | 0,11       | 0,400    | 2,650    | <b>4,29</b> | <b>bajo</b>               | 3,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 6,6  | 0,151 | 1,866 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,048         | 0,024         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y9   | 0,430       | 0,10       | 0,400    | 2,170    | <b>4,76</b> | <b>bajo</b>               | 3,3           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 5,4  | 0,184 | 1,756 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,050         | 0,025         | 16,000        | 24,0         | 7326              | <b>1260</b>        |
| Y10  | 0,500       | 0,31       | 0,400    | 6,780    | <b>4,64</b> | <b>bajo</b>               | 9,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 17,0 | 0,059 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,059         | 0,029         | 16,000        | 24,0         | 7000              | <b>1400</b>        |
| Y11  | 0,440       | 0,11       | 0,400    | 2,650    | <b>4,32</b> | <b>bajo</b>               | 3,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 6,6  | 0,151 | 1,866 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,049         | 0,024         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y13  | 0,430       | 0,11       | 0,400    | 2,170    | <b>5,05</b> | <b>bajo</b>               | 3,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 5,4  | 0,184 | 1,756 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,053         | 0,027         | 16,000        | 24,0         | 7326              | <b>1260</b>        |
| Y14  | 0,440       | 0,19       | 0,400    | 4,530    | <b>4,25</b> | <b>bajo</b>               | 5,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 11,3 | 0,088 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,054         | 0,027         | 16,000        | 24,0         | 7273              | <b>1280</b>        |
| Y17  | 0,410       | 0,33       | 0,400    | 6,720    | <b>4,87</b> | <b>bajo</b>               | 10,4          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 16,8 | 0,060 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 16,000            | 0,062         | 0,031         | 16,000        | 24,0         | 7439              | <b>1220</b>        |

Fig. B-3 Fundaciones Caso Sismo Y

**ANEXO C**  
**DISEÑO DE MUROS ALBAÑILERÍA**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      |                     | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTÁTICA |                    |                                      | FLEXO-COMPRESION    |                   |                            |                          |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) |                   |                            |                          | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                     |                   |                            |                          |                       |                                      |
| X1   | 1    | 0,200          | 16,500   | 0,8                   | 17,98       | 0,02                    | 5,47         | 11,116                 | 2                 | 18               | 0,09                                 | 5                   | 15                 | 0,36                                 | 6                   | 33                | 0,19                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X2   | 1    | 0,200          | 1,700    | 1,65                  | 1,29        | 0,24                    | 0,64         | 0,279                  | 2                 | 17               | 0,11                                 | 4                   | 15                 | 0,26                                 | 6                   | 33                | 0,19                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X3   | 1    | 0,200          | 2,350    | 1,65                  | 2,03        | 0,07                    | 1,13         | 0,427                  | 2                 | 18               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,29                                 | 6                   | 33                | 0,18                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X4   | 1    | 0,200          | 2,800    | 1,65                  | 2,22        | 0,01                    | 1,46         | 0,297                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 5                   | 33                | 0,14                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X5   | 1    | 0,200          | 2,350    | 1,65                  | 2,03        | 0,07                    | 1,13         | 0,426                  | 2                 | 18               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,29                                 | 6                   | 33                | 0,18                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X6   | 1    | 0,200          | 1,700    | 1,65                  | 1,29        | 0,24                    | 0,64         | 0,278                  | 2                 | 17               | 0,11                                 | 4                   | 15                 | 0,26                                 | 6                   | 33                | 0,19                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X7   | 1    | 0,200          | 1,000    | 2,45                  | 0,41        | 0,31                    | 0,84         | 0,297                  | 4                 | 17               | 0,25                                 | 2                   | 15                 | 0,14                                 | 9                   | 33                | 0,28                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X8   | 1    | 0,200          | 6,200    | 0,8                   | 6,03        | 0,03                    | 3,01         | 5,444                  | 2                 | 17               | 0,14                                 | 5                   | 15                 | 0,32                                 | 8                   | 33                | 0,24                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X9   | 1    | 0,200          | 0,920    | 1,65                  | 0,54        | 0,43                    | 0,27         | 0,264                  | 1                 | 13               | 0,11                                 | 3                   | 15                 | 0,20                                 | 11                  | 33                | 0,34                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X10  | 1    | 0,200          | 2,800    | 1,65                  | 0,78        | 0,01                    | 1,85         | 0,748                  | 3                 | 18               | 0,19                                 | 1                   | 15                 | 0,09                                 | 3                   | 33                | 0,10                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X11  | 1    | 0,200          | 0,920    | 1,65                  | 0,52        | 0,45                    | 0,25         | 0,252                  | 1                 | 13               | 0,10                                 | 3                   | 15                 | 0,19                                 | 11                  | 33                | 0,33                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X12  | 1    | 0,200          | 1,000    | 2,45                  | 0,41        | 0,31                    | 0,84         | 0,298                  | 4                 | 17               | 0,25                                 | 2                   | 15                 | 0,14                                 | 9                   | 33                | 0,28                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X13  | 1    | 0,200          | 6,150    | 0,8                   | 6,51        | 0,79                    | 3,13         | 2,866                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 5                   | 15                 | 0,35                                 | 7                   | 33                | 0,22                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X14  | 1    | 0,200          | 4,100    | 1,65                  | 1,96        | 0,11                    | 1,84         | 0,668                  | 2                 | 18               | 0,12                                 | 2                   | 15                 | 0,16                                 | 3                   | 33                | 0,10                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X15  | 1    | 0,200          | 1,270    | 1,65                  | 0,67        | 0,27                    | 0,36         | 0,238                  | 1                 | 16               | 0,09                                 | 3                   | 15                 | 0,18                                 | 6                   | 33                | 0,20                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X16  | 1    | 0,200          | 6,150    | 0,8                   | 6,52        | 0,91                    | 3,17         | 2,817                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 5                   | 15                 | 0,35                                 | 7                   | 33                | 0,22                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X17  | 1    | 0,200          | 4,100    | 1,65                  | 1,93        | 0,32                    | 1,68         | 0,646                  | 2                 | 18               | 0,11                                 | 2                   | 15                 | 0,16                                 | 3                   | 33                | 0,10                       |                          | OK                    | OK                                   |
| X18  | 1    | 0,200          | 1,270    | 1,65                  | 0,69        | 0,19                    | 0,49         | 0,304                  | 2                 | 16               | 0,12                                 | 3                   | 15                 | 0,18                                 | 7                   | 33                | 0,22                       |                          | OK                    | OK                                   |

**Fig. C-1 Diseño Muros Albañilería Top X**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTATICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                   |                            |                          |                     |                       |                                      |
| X1   | 1    | 0,200          | 16,500   | 0,8                   | 24,38       | 0,03                    | 5,67         | 13,35                  | 2                 | 18               | 0,10                                 | 7                   | 15                 | 0,49                                 | 8                 | 33                         | 0,25                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X2   | 1    | 0,200          | 1,700    | 1,65                  | 2,69        | 0,67                    | 0,8          | 0,564                  | 2                 | 16               | 0,14                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 13                | 33                         | 0,40                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X3   | 1    | 0,200          | 2,350    | 1,65                  | 3,82        | 0,07                    | 1,23         | 1,546                  | 3                 | 16               | 0,17                                 | 8                   | 15                 | 0,55                                 | 14                | 33                         | 0,43                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X4   | 1    | 0,200          | 2,800    | 1,65                  | 4,88        | 0,02                    | 1,57         | 2,307                  | 3                 | 16               | 0,18                                 | 9                   | 15                 | 0,59                                 | 15                | 33                         | 0,45                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X5   | 1    | 0,200          | 2,350    | 1,65                  | 3,82        | 0,07                    | 1,23         | 1,541                  | 3                 | 16               | 0,17                                 | 8                   | 15                 | 0,55                                 | 14                | 33                         | 0,43                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X6   | 1    | 0,200          | 1,700    | 1,65                  | 2,69        | 0,67                    | 0,79         | 0,561                  | 2                 | 16               | 0,14                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 13                | 33                         | 0,40                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X7   | 1    | 0,200          | 1,000    | 2,45                  | 1,25        | 0,68                    | 0,73         | 0,543                  | 4                 | 15               | 0,25                                 | 6                   | 15                 | 0,43                                 | 20                | 33                         | 0,60                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X8   | 1    | 0,200          | 6,200    | 0,8                   | 8,57        | 0,03                    | 3,19         | 7,87                   | 3                 | 17               | 0,16                                 | 7                   | 15                 | 0,46                                 | 11                | 33                         | 0,34                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X9   | 1    | 0,200          | 0,920    | 1,65                  | 1,24        | 0,43                    | 0,37         | 0,275                  | 2                 | 14               | 0,14                                 | 7                   | 15                 | 0,45                                 | 15                | 33                         | 0,46                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X10  | 1    | 0,200          | 2,800    | 1,65                  | 3,54        | 0,01                    | 2,19         | 2,698                  | 4                 | 16               | 0,24                                 | 6                   | 15                 | 0,43                                 | 14                | 33                         | 0,41                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X11  | 1    | 0,200          | 0,920    | 1,65                  | 1,22        | 0,45                    | 0,36         | 0,265                  | 2                 | 14               | 0,14                                 | 7                   | 15                 | 0,45                                 | 15                | 33                         | 0,45                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X12  | 1    | 0,200          | 1,000    | 2,45                  | 1,28        | 0,68                    | 0,73         | 0,544                  | 4                 | 15               | 0,25                                 | 6                   | 15                 | 0,44                                 | 20                | 33                         | 0,61                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X13  | 1    | 0,200          | 6,150    | 0,8                   | 8,78        | 0,93                    | 3,26         | 4,73                   | 3                 | 17               | 0,15                                 | 7                   | 15                 | 0,48                                 | 10                | 33                         | 0,31                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X14  | 1    | 0,200          | 4,100    | 1,65                  | 4,98        | 0,42                    | 2,45         | 2,312                  | 3                 | 17               | 0,17                                 | 6                   | 15                 | 0,41                                 | 9                 | 33                         | 0,28                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X15  | 1    | 0,200          | 1,270    | 1,65                  | 1,56        | 0,47                    | 0,58         | 0,369                  | 2                 | 16               | 0,14                                 | 6                   | 15                 | 0,41                                 | 12                | 33                         | 0,37                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X16  | 1    | 0,200          | 6,150    | 0,8                   | 8,8         | 1,03                    | 3,29         | 4,709                  | 3                 | 17               | 0,15                                 | 7                   | 15                 | 0,48                                 | 10                | 33                         | 0,31                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X17  | 1    | 0,200          | 4,100    | 1,65                  | 4,9         | 0,54                    | 2,26         | 2,608                  | 3                 | 17               | 0,16                                 | 6                   | 15                 | 0,40                                 | 10                | 33                         | 0,29                     |                     | OK                    | OK                                   |
| X18  | 1    | 0,200          | 1,270    | 1,65                  | 1,65        | 0,43                    | 0,79         | 0,457                  | 3                 | 16               | 0,19                                 | 6                   | 15                 | 0,44                                 | 14                | 33                         | 0,41                     |                     | OK                    | OK                                   |

**Fig. C-2 Diseño Muros Albañilería Botton X**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        |                   |                  |                                      | SIN INSPECCION      |                    |                                      |                     |                       |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% |                   |                  |                                      | CORTE               |                    |                                      |                     |                       |                                      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                     |                       |                                      |                   |                            |                          |
| Y1   | 1    | 0,200          | 6,720    | 0,8                   | 6,67        | 1,14                    | 1,81         | 2,69                   | 1                 | 17               | 0,08                                 | 5                   | 15                 | 0,33                                 | 7                   | 33                    | 0,21                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y2   | 1    | 0,200          | 1,110    | 1,65                  | 0,86        | 0,07                    | 0,52         | 0,171                  | 2                 | 17               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,26                                 | 7                   | 33                    | 0,21                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y3   | 1    | 0,200          | 2,030    | 1,65                  | 1,63        | 0,14                    | 0,89         | 0,474                  | 2                 | 17               | 0,13                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 7                   | 33                    | 0,20                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y4   | 1    | 0,200          | 1,160    | 1,65                  | 0,66        | 0,17                    | 0,38         | 0,186                  | 2                 | 16               | 0,10                                 | 3                   | 15                 | 0,19                                 | 6                   | 33                    | 0,19                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y5   | 1    | 0,200          | 4,530    | 0,8                   | 4,42        | 0,39                    | 1,93         | 0,285                  | 2                 | 18               | 0,12                                 | 5                   | 15                 | 0,33                                 | 5                   | 33                    | 0,17                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y6   | 1    | 0,200          | 3,530    | 1,65                  | 1,8         | 0,2                     | 1,23         | 0,582                  | 2                 | 18               | 0,10                                 | 3                   | 15                 | 0,17                                 | 4                   | 33                    | 0,11                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y7   | 1    | 0,200          | 2,650    | 0,8                   | 2,87        | 0,11                    | 1            | 0,939                  | 2                 | 17               | 0,11                                 | 5                   | 15                 | 0,36                                 | 8                   | 33                    | 0,25                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y8   | 1    | 0,200          | 1,750    | 1,65                  | 1,53        | 0,11                    | 0,85         | 0,514                  | 2                 | 17               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,29                                 | 8                   | 33                    | 0,25                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y9   | 1    | 0,200          | 2,170    | 2,45                  | 1,4         | 0,06                    | 0,44         | 0,301                  | 1                 | 17               | 0,06                                 | 3                   | 15                 | 0,22                                 | 5                   | 33                    | 0,14                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y10  | 1    | 0,200          | 6,780    | 2,45                  | 4,62        | 0,22                    | 3,65         | 1,778                  | 3                 | 18               | 0,15                                 | 3                   | 15                 | 0,23                                 | 4                   | 33                    | 0,13                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y11  | 1    | 0,200          | 2,650    | 0,8                   | 2,88        | 0,11                    | 0,95         | 0,904                  | 2                 | 17               | 0,11                                 | 5                   | 15                 | 0,36                                 | 8                   | 33                    | 0,25                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y12  | 1    | 0,200          | 1,750    | 1,65                  | 1,55        | 0,11                    | 0,82         | 0,493                  | 2                 | 17               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,30                                 | 8                   | 33                    | 0,24                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y13  | 1    | 0,200          | 2,170    | 2,45                  | 1,45        | 0,08                    | 0,45         | 0,281                  | 1                 | 17               | 0,06                                 | 3                   | 15                 | 0,23                                 | 5                   | 33                    | 0,14                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y14  | 1    | 0,200          | 4,530    | 2,45                  | 4,43        | 0,39                    | 1,92         | 0,281                  | 2                 | 18               | 0,11                                 | 5                   | 15                 | 0,34                                 | 5                   | 33                    | 0,17                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y15  | 1    | 0,200          | 3,530    | 1,65                  | 1,8         | 0,2                     | 1,25         | 0,584                  | 2                 | 18               | 0,10                                 | 3                   | 15                 | 0,17                                 | 4                   | 33                    | 0,11                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y16  | 1    | 0,200          | 6,720    | 0,8                   | 6,46        | 1,14                    | 1,88         | 2,691                  | 1                 | 17               | 0,08                                 | 5                   | 15                 | 0,32                                 | 7                   | 33                    | 0,20                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y17  | 1    | 0,200          | 1,110    | 1,65                  | 0,87        | 0,07                    | 0,54         | 0,177                  | 2                 | 17               | 0,14                                 | 4                   | 15                 | 0,26                                 | 7                   | 33                    | 0,22                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y18  | 1    | 0,200          | 2,030    | 1,65                  | 1,6         | 0,13                    | 0,91         | 0,483                  | 2                 | 17               | 0,13                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 7                   | 33                    | 0,20                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y19  | 1    | 0,200          | 1,160    | 1,65                  | 0,64        | 0,16                    | 0,35         | 0,19                   | 2                 | 16               | 0,09                                 | 3                   | 15                 | 0,19                                 | 6                   | 33                    | 0,19                                 |                   | OK                         | OK                       |

**Fig. C-3 Diseño Muros Albañilería Top Y**

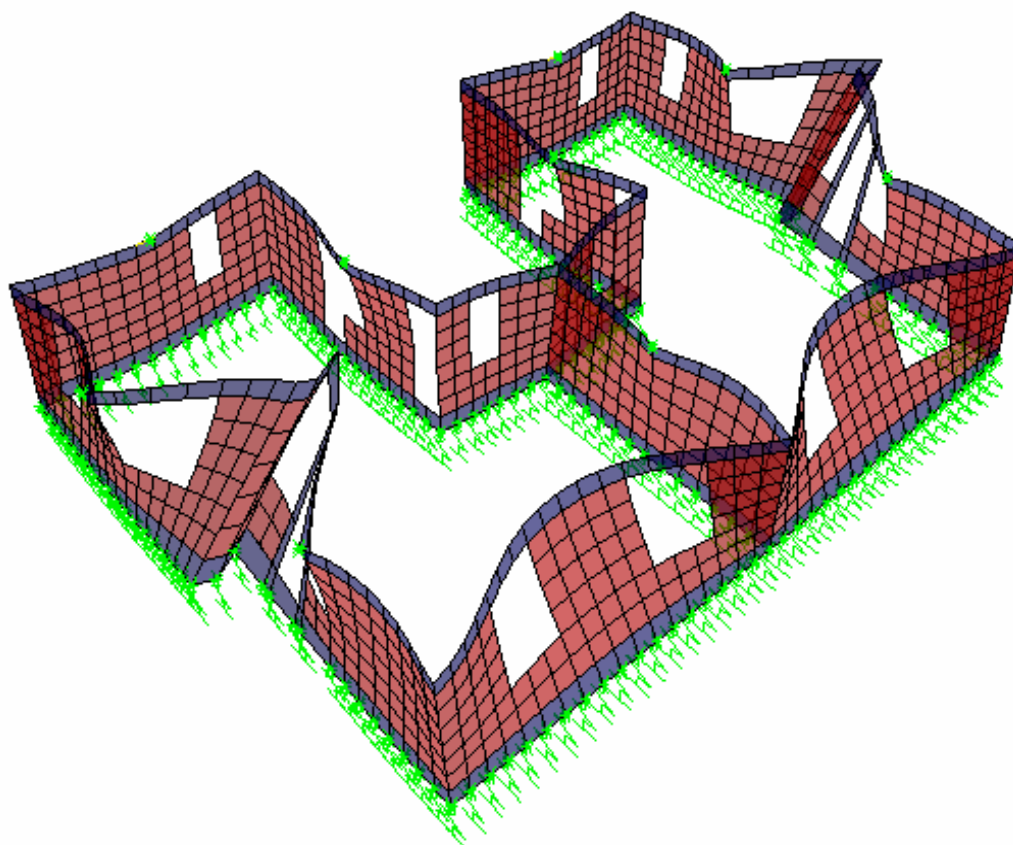
"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      |                     |                       |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTÁTICA |                    |                                      | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          |
| Y1   | 1    | 0,200          | 6,720    | 0,8                   | 9,23        | 1,32                    | 1,92         | 3,039                  | 1                 | 17               | 0,08                                 | 7                   | 15                 | 0,46                                 | 9                   | 33                    | 0,27                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y2   | 1    | 0,200          | 1,110    | 1,65                  | 1,87        | 0,99                    | 0,58         | 0,376                  | 3                 | 16               | 0,17                                 | 8                   | 15                 | 0,57                                 | 18                  | 33                    | 0,54                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y3   | 1    | 0,200          | 2,030    | 1,65                  | 3,18        | 0,14                    | 0,96         | 1,076                  | 2                 | 16               | 0,15                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 14                  | 33                    | 0,41                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y4   | 1    | 0,200          | 1,160    | 1,65                  | 1,65        | 0,18                    | 0,42         | 0,26                   | 2                 | 16               | 0,11                                 | 7                   | 15                 | 0,48                                 | 12                  | 33                    | 0,35                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y5   | 1    | 0,200          | 4,530    | 0,8                   | 6,02        | 0,54                    | 1,85         | 0,961                  | 2                 | 18               | 0,11                                 | 7                   | 15                 | 0,44                                 | 8                   | 33                    | 0,24                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y6   | 1    | 0,200          | 3,530    | 1,65                  | 4,39        | 0,42                    | 1,54         | 1,257                  | 2                 | 17               | 0,13                                 | 6                   | 15                 | 0,42                                 | 9                   | 33                    | 0,26                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y7   | 1    | 0,200          | 2,650    | 0,8                   | 3,85        | 0,11                    | 1,05         | 1,728                  | 2                 | 15               | 0,13                                 | 7                   | 15                 | 0,48                                 | 13                  | 33                    | 0,38                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y8   | 1    | 0,200          | 1,750    | 1,65                  | 2,87        | 0,11                    | 0,97         | 0,988                  | 3                 | 16               | 0,18                                 | 8                   | 15                 | 0,55                                 | 15                  | 33                    | 0,46                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y9   | 1    | 0,200          | 2,170    | 2,45                  | 3,9         | 0,47                    | 1            | 0,832                  | 2                 | 17               | 0,14                                 | 9                   | 15                 | 0,62                                 | 13                  | 33                    | 0,41                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y10  | 1    | 0,200          | 6,780    | 2,45                  | 10,57       | 0,19                    | 4,58         | 1,859                  | 3                 | 18               | 0,18                                 | 8                   | 15                 | 0,54                                 | 9                   | 33                    | 0,26                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y11  | 1    | 0,200          | 2,650    | 0,8                   | 3,86        | 0,11                    | 1            | 1,648                  | 2                 | 15               | 0,12                                 | 7                   | 15                 | 0,49                                 | 12                  | 33                    | 0,37                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y12  | 1    | 0,200          | 1,750    | 1,65                  | 2,88        | 0,11                    | 0,92         | 0,951                  | 3                 | 15               | 0,17                                 | 8                   | 15                 | 0,55                                 | 15                  | 33                    | 0,45                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y13  | 1    | 0,200          | 2,170    | 2,45                  | 4,1         | 0,42                    | 0,96         | 0,816                  | 2                 | 17               | 0,13                                 | 9                   | 15                 | 0,65                                 | 14                  | 33                    | 0,42                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y14  | 1    | 0,200          | 4,530    | 2,45                  | 6,04        | 0,55                    | 1,81         | 0,951                  | 2                 | 18               | 0,11                                 | 7                   | 15                 | 0,46                                 | 8                   | 33                    | 0,24                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y15  | 1    | 0,200          | 3,530    | 1,65                  | 4,39        | 0,42                    | 1,54         | 1,274                  | 2                 | 17               | 0,13                                 | 6                   | 15                 | 0,42                                 | 9                   | 33                    | 0,27                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y16  | 1    | 0,200          | 6,720    | 0,8                   | 8,97        | 1,33                    | 1,98         | 3,026                  | 1                 | 17               | 0,08                                 | 7                   | 15                 | 0,45                                 | 9                   | 33                    | 0,26                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y17  | 1    | 0,200          | 1,110    | 1,65                  | 1,84        | 1                       | 0,6          | 0,391                  | 3                 | 15               | 0,17                                 | 8                   | 15                 | 0,56                                 | 18                  | 33                    | 0,55                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y18  | 1    | 0,200          | 2,030    | 1,65                  | 3,15        | 0,13                    | 0,99         | 1,112                  | 2                 | 16               | 0,16                                 | 8                   | 15                 | 0,52                                 | 14                  | 33                    | 0,41                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y19  | 1    | 0,200          | 1,160    | 1,65                  | 1,53        | 0,2                     | 0,43         | 0,259                  | 2                 | 16               | 0,12                                 | 7                   | 15                 | 0,44                                 | 11                  | 33                    | 0,34                                 |                   | OK                         | OK                       |

**Fig. C-4 Diseño Muros Albañilería Botton Y**

**ANEXO D**  
**DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA**

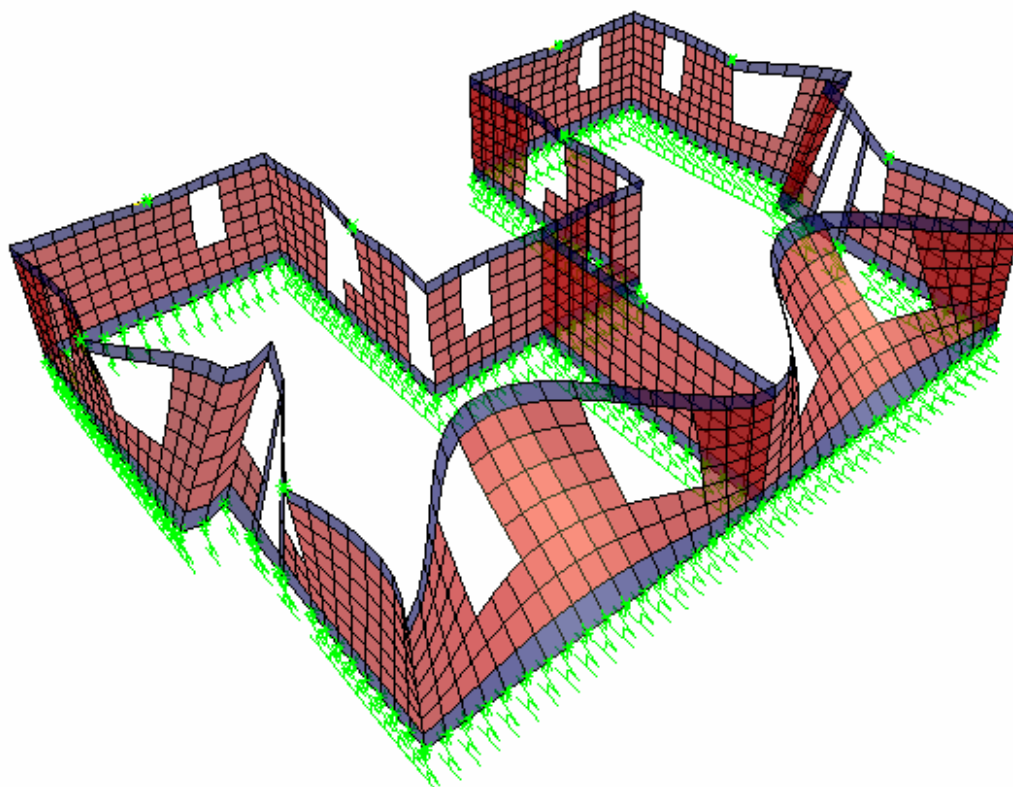


**Fig. D-1 Deformada de la Estructura Sismo X**

**TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X**

| Story  | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1 | 42    | SISMOX | 3,1059 | 0,2926 | 0,4068 | 0,00012 | 0,00101 | 0,00049 |



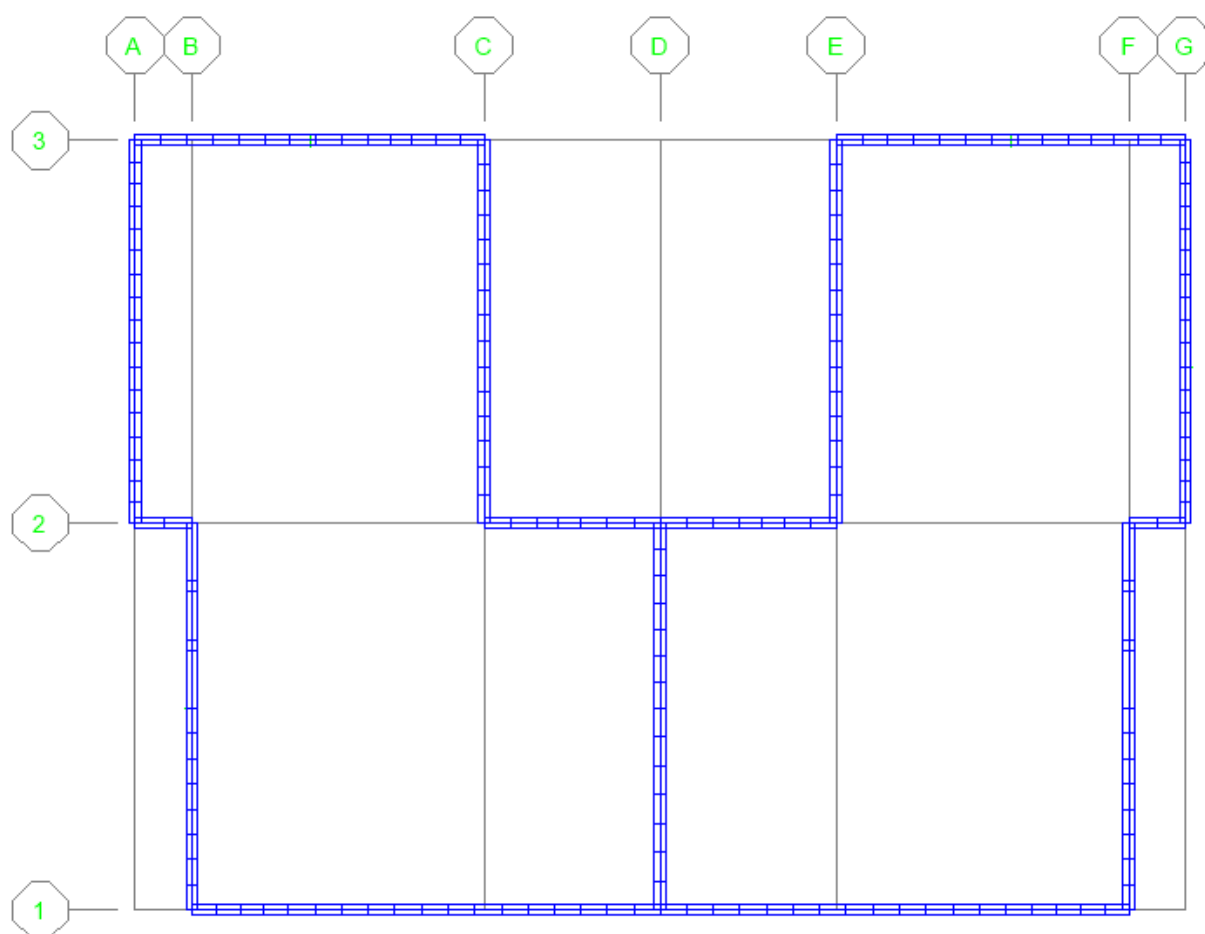


**Fig. D-2 Deformada de la Estructura Sismo Y**

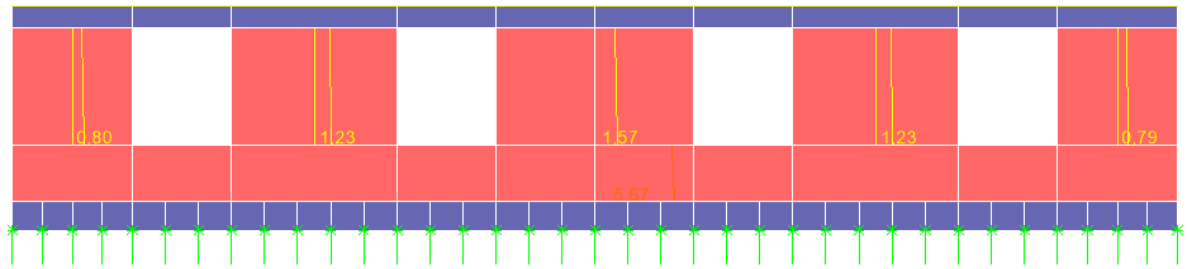
**TABLA D-2 Deformación Máxima sismo Y**

| Story  | Point | Load   | UX     | UY    | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|--------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1 | 37    | SISMOY | 0,0164 | 3,277 | 0,0668 | 0,00084 | 0,00001 | 0,00055 |

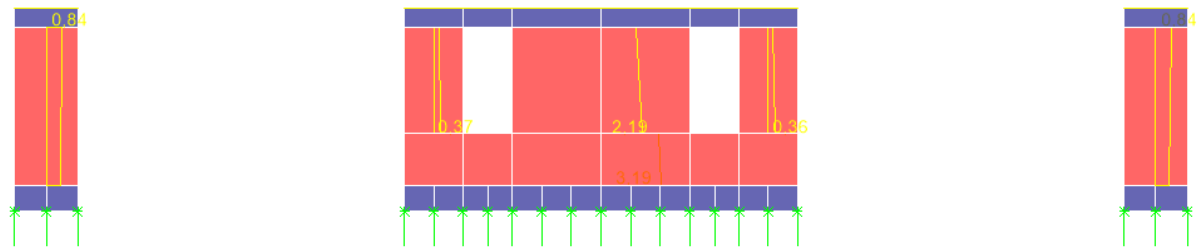
**ANEXO E**  
**GRAFICOS DE ESFUERZOS**



**Fig. E-1 Identificación de Ejes Estructurales**



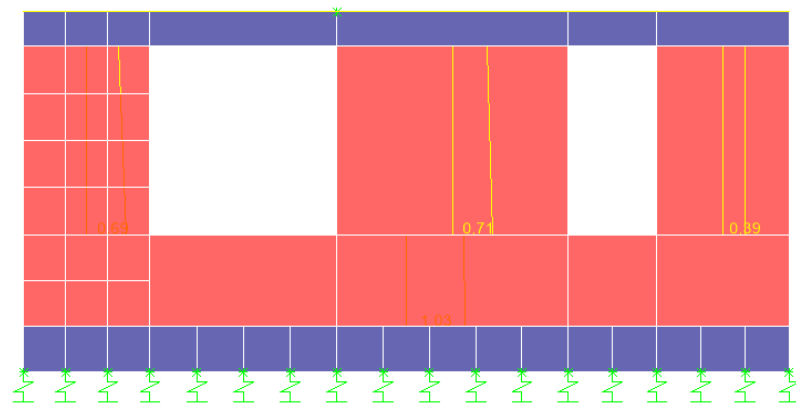
**Fig. E-2 Diagrama de Corte Sismo X, Eje 1 (tonf-m)**



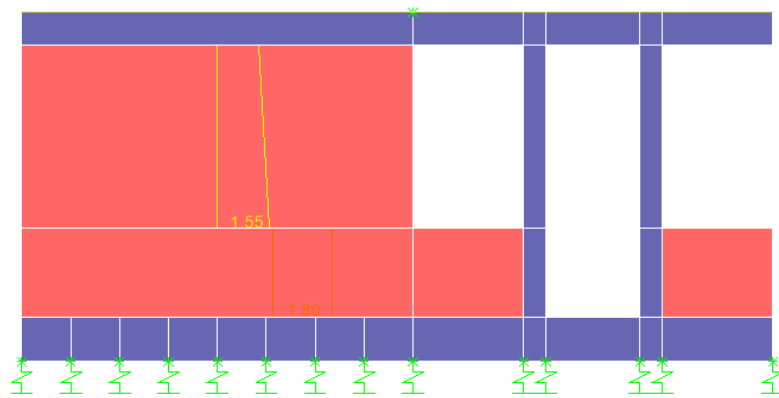
**Fig. E-3 Diagrama de Corte Sismo X, Eje 2 (tonf-m)**



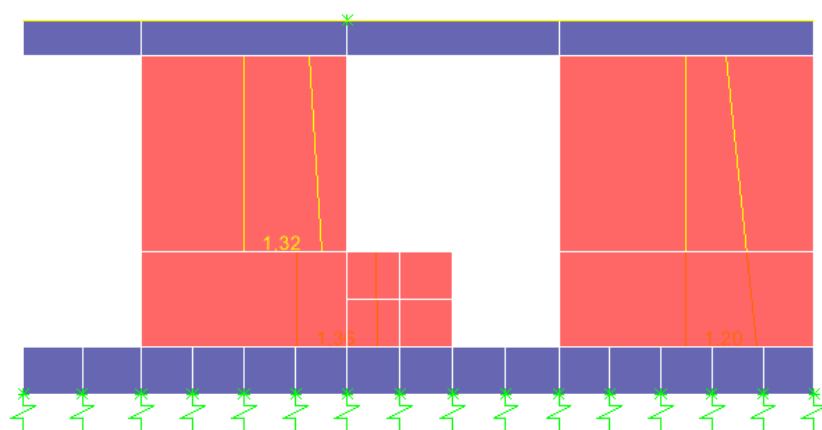
**Fig. E-4 Diagrama de Corte Sismo X, Eje 3 (tonf-m)**



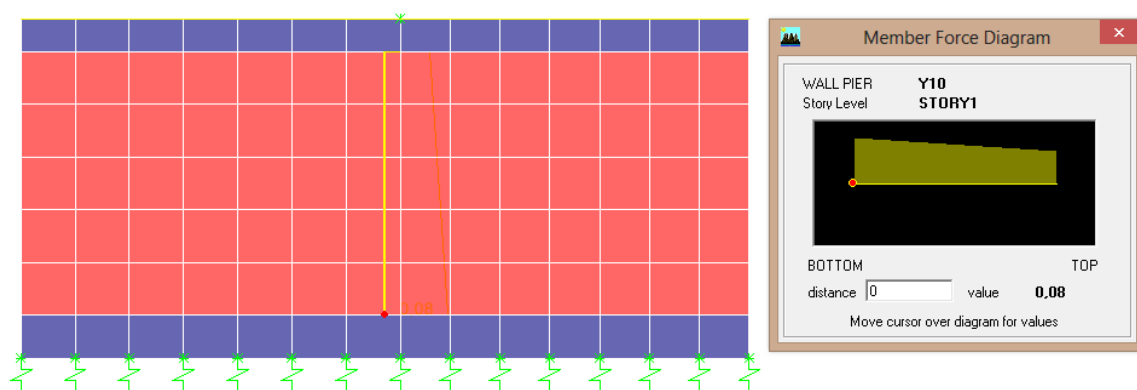
**Fig. E-5 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje A (tonf-m)**



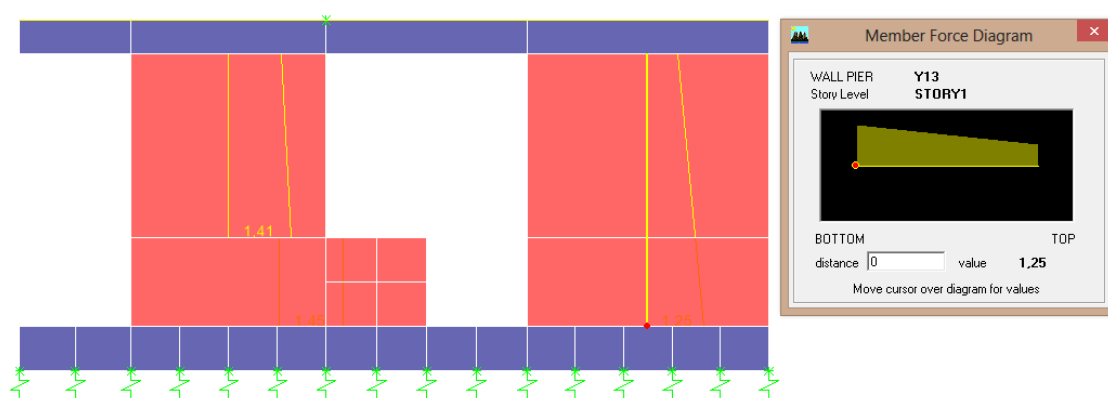
**Fig. E-6 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje B (tonf-m)**



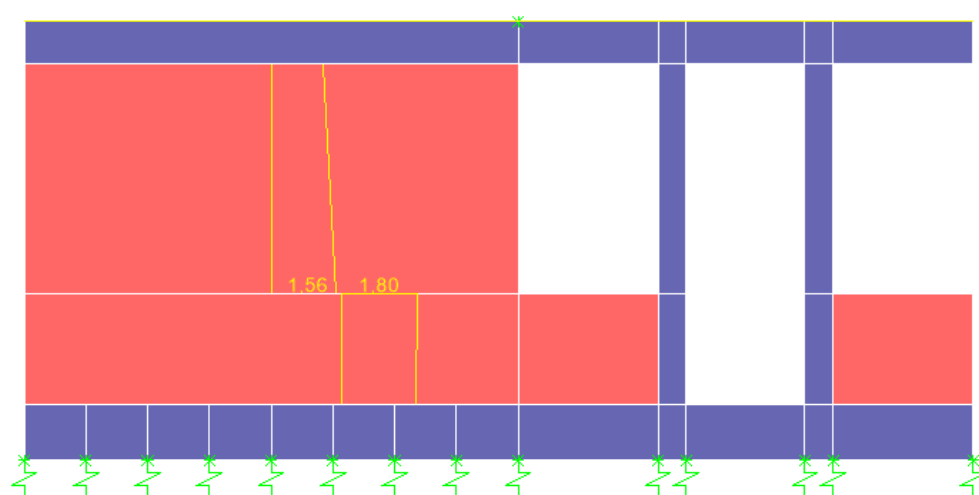
**Fig. E-7 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje C (tonf-m)**



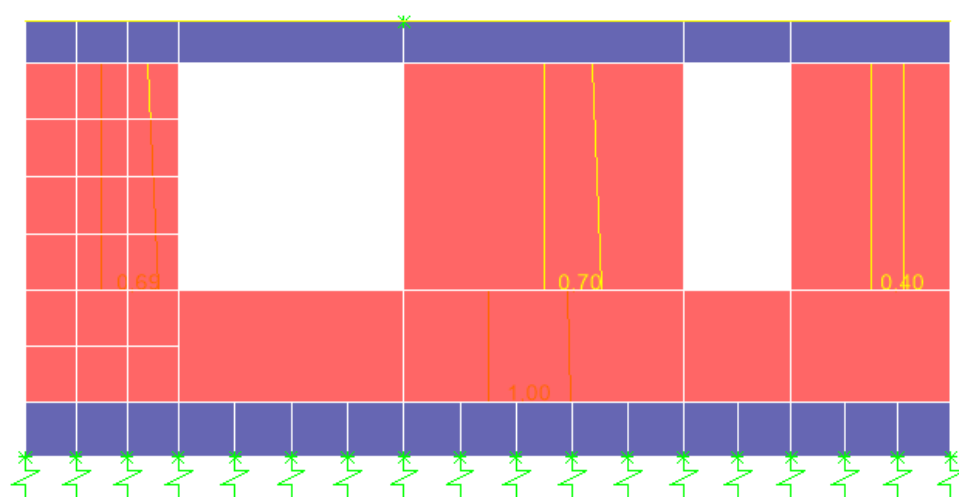
**Fig. E-8 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje D (tonf-m)**



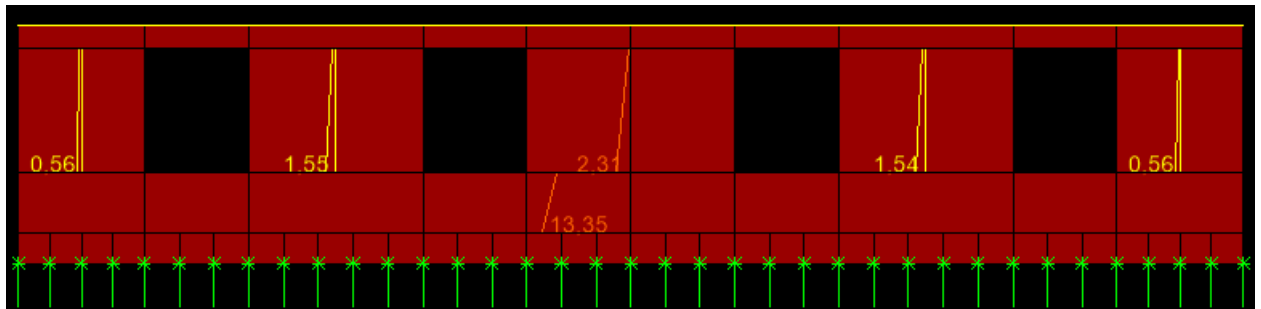
**Fig. E-9 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje E (tonf-m)**



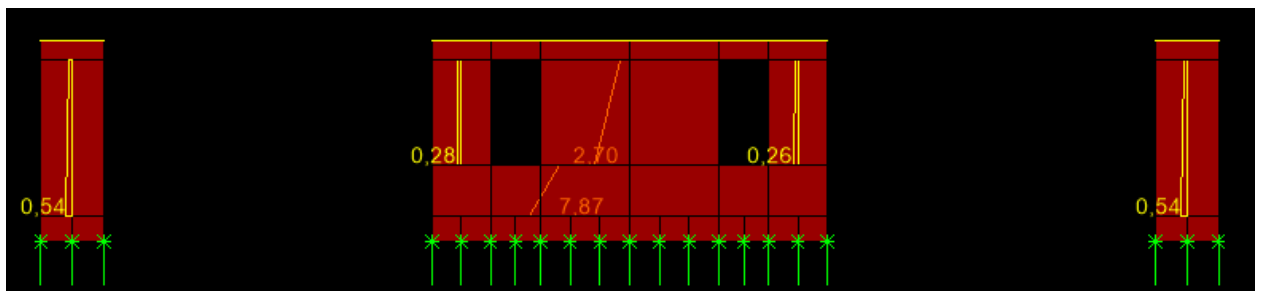
**Fig. E-10 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje F (tonf-m)**



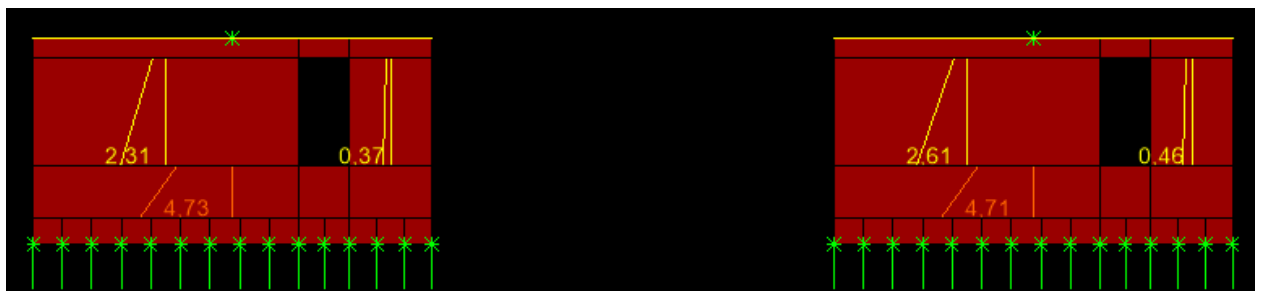
**Fig. E-11 Diagrama de Corte Sismo Y, Eje G (tonf-m)**



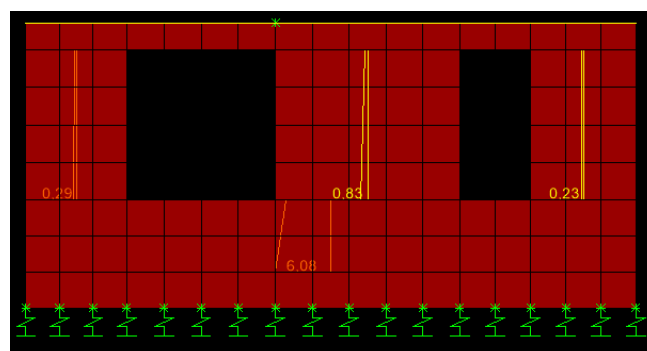
**Fig. E-12 Diagrama de Momento Sismo X, Eje 1 (tonf-m)**



**Fig. E-13 Diagrama de Momento Sismo X, Eje 2 (tonf-m)**



**Fig. E-14 Diagrama de Momento Sismo X, Eje 3 (tonf-m)**



**Fig. E-15 Diagrama de Momento Sismo Y, Eje A (tonf-m)**



**ANEXO F**  
**DISEÑO DE CERCHA TIPO**

## DISEÑO DE CERCHA TIPO

Toda la estructura de techo se realiza con madera ROBLE, de Grado Estructural N°4. Los esfuerzos se calculan haciendo un modelo bidimensional contenido en su plano y las cargas admisibles se determinan según la norma NCh 1198 of 2006.

Los resultados de carga de la cercha tipo, son analizados calculando la envolvente de cargas normal y eventual, siendo la normal la suma del peso propio y la sobrecarga, y la eventual la suma de las cargas de viento, montaje y peso propio.

**El detalle de cada carga es el siguiente:**

- Peso propio (PP):  $130 \text{ kg/m}^2$
- Sobrecarga de Uso (SC):  $30 \text{ kg/m}^2$
- Montaje (M):  $100 \text{ kg}$
- Viento barlovento:  $1.2 * (\sin 22 - 0.4) * 75 = -2.29 \text{ kg/m}^2$
- Viento sotavento:  $-0.4 * 75 = -30 \text{ kg/m}^2$

**Combinaciones de carga:**

- Env Normal: PP + SC
- Env Eventual 1: PP + M1
- Env Eventual 2: PP + M2
- Env Eventual 3: PP + M3
- Env Eventual 4: PP + Vbarlovento + Vsotavento

**ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198 Of 2006)**

**OBRA:**

**ITEM:**

| Datos Generales   |  |
|---|--|
| Lugar de Servicio   | Santiago   |
| Madera  | Roble  |
| Grado Resistente  | N° 4   |
| Tipo de uniones   | Clavos   |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3)  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal<br>(10 AÑOS) | <input type="checkbox"/> Carga Eventual<br>(1 DÍA) |

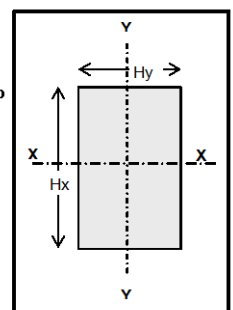
| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
|  |      | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 11   | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 6,6  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 8,3  | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 7900 | 0,97  | 1,000 |
| $E_{f,dis} = 76661,6 \text{ kg/cm}^2$    |      |       |       |

Definidas por el Usuario

|             |
|-------------|
| Temperatura |
| Humedad     |

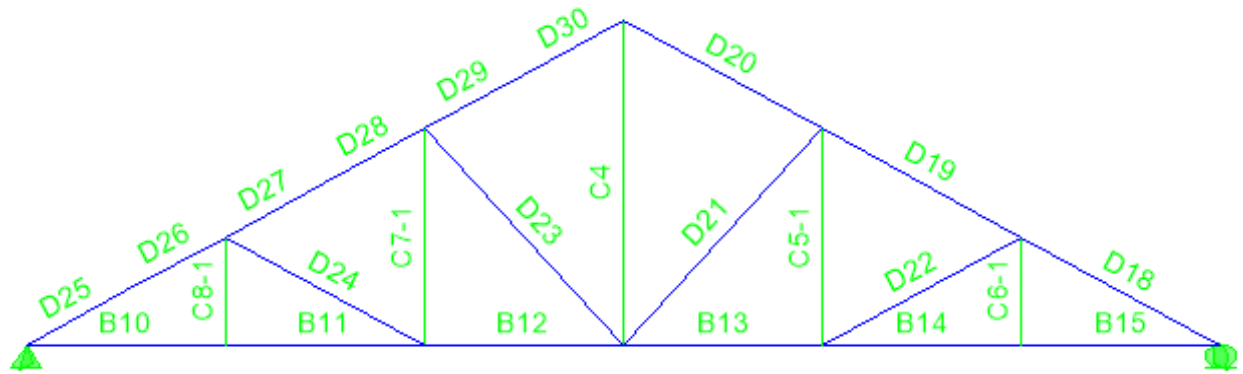
Según Lugar

|       |             |
|-------|-------------|
| 13,9° | T° Servicio |
| 14%   | H. Equil.   |



**Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES



**Figura 1; Identificación de elementos en cercha**

**Tabla 1 Cálculo de Cerchas Envolvente Normal**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión<br>Lx<br>(cm) | Flexión<br>Ly<br>(cm) | Flexión<br>La<br>(cm) | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -775,1        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,34 | 0,21 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -667,09       | -737,028       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,12 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -632,29       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,28 | 0,19 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -472,75       | 1060,46        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,21 | 0,17 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -667,09       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,19 | OK | 10        |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145                      | 145                   | 145                   | 320,74        | 0              | 342          | 1155         | 2526            | 0,28 | 0,00 | OK | 5         |

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**Tabla 2 Cálculo de Cerchas Envolvente 1**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -781,25       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,34 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -705,67       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,34 | OK | 10        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -580,28       | -1380,01       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,16 | OK | 9         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -552          | -774,177       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -429,01       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -400,73       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -429,98       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -559,51       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,11 | OK | 8         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -675,16       | 1050,51        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,12 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -187,76       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,28 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -196,72       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,46 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,51       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -116,8        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 483,51        | 63,829         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 469,73        | 81,264         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -13,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 94,58         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,45         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,41        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 275,09        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 4         |

**Tabla 3 Cálculo de Cerchas Envolvente 2**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -822,75       | 777,165        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,09 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -794,48       | -1134,96       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,13 | OK | 12        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -678,14       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,26 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -602,55       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,26 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -468,72       | -1619,5        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,19 | OK | 7         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -440,45       | 603,609        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,07 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -465,18       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -594,46       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -709,42       | 1060,62        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,13 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -171,69       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,26 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -254,46       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,60 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,13       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,96       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 553,93        | 101,802        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 500,55        | 86,525         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -14,29        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 86,46         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,16         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 317,69        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,20 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 4 Cálculo de Cerchas Envolvente 3**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -774,49       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,14 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -746,21       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,14 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -668,8        | -319,247       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,04 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -640,53       | -1806,17       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,21 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -528,49       | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,32 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -452,9        | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,32 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -500,31       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -629,56       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -743,58       | 1072,61        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,13 | OK | 11        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -99,55        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,15 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -234,37       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,55 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,26       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -114,77       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 571,19        | 120,106        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 531,59        | 87,395         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,01 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,35        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 51,19         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,02         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,51        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 303,01        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,19 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 5 Cálculo de Cerchas Envolvente 4**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -596,82       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,12 | OK | 9         |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -568,54       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,12 | OK | 8         |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -481,76       | -596,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,07 | OK | 7         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -453,49       | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,11 | OK | 7         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -353,6        | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,11 | OK | 5         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -325,33       | 835,333        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,11 | 0,10 | OK | 5         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -359,68       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,08 | OK | 6         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -467,61       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,08 | OK | 7         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -564,03       | 771,406        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,03       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -173,05       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -124,88       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,29 | 0,00 | OK | 2         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -80,27        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,12 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 443,04        | 71,765         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 410,21        | 63,474         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,01 | OK | 6         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -10,63        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 58,44         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 41,53         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -9,42         | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 219,77        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,14 | 0,00 | OK | 4         |

# **INFORME DE INGENIERÍA**

**Rev. A**

**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“VIVIENDA UNIFAMILIAR LEOPOLDO URRUTIA”**

**ENERO 2013**  
**INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

| ESTADO DE REVISIONES |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|----------------------|------------------------------|--------|---------------------------------|-----|-----|-----|--------|--------|
| DOCUMENTO N°         |                              |        | 0002                            |     |     |     |        |        |
| TITULO               |                              |        | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR |     |     |     |        |        |
| REVISION             |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
| REV                  | DESCRIPCION                  |        | POR                             | POR | POR | POR | REVISO | APROBO |
| A                    | REVISION<br>Y<br>COMENTARIOS | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
| B                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| C                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| 0                    | REVISADO                     | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |

| PROYECTO         | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR   |
|------------------|---|
| CONTENIDO        | <p>1. INTRODUCCIÓN..... 1</p> <p>2. OBJETIVO ..... 2</p> <p>3. ALCANCE..... 2</p> <p>4. MEMORIA DE CÁLCULO..... 2</p> <p>4.1 ..... BASES DE DISEÑO ..... 3</p> <p>4.1.1 Descripción de materiales.....</p> <p>4.1.2 Descripción de normas y códigos.....</p> <p>4.1.3 Parámetros del suelo.....</p> <p>4.2 ..... HIPÓTESIS DE CÁLCULO ..... 8</p> <p>4.3 ..... MODELACIÓN ..... 9</p> <p>4.4 ..... MATERIALES .....11</p> <p>4.5 ..... ESTADOS DE CARGA .....12</p> <p>4.5.1 Peso Propio.....</p> <p>4.5.2 Sobrecargas de uso.....</p> <p>4.5.3 Sobrecargas de Nieve.....</p> <p>4.5.4 Peso propio techumbre.....</p> <p>4.5.5 Análisis Sísmico.....</p> <p>4.6 ..... COMBINACIONES DE CARGA.....16</p> <p>5. CONCLUSIONES ..... 18</p> |
| ANEXOS           | ANEXO A – ANEXO B - ANEXO C - ANEXO D - ANEXO E   |
| PREPARADO<br>POR | Richard Vásquez B. Ingeniero Civil  |
| DISTRIBUCIÓN     |   |



## **1. INTRODUCCIÓN**

En la presente memoria se detallan los antecedentes considerados en los cálculos estructurales del proyecto Vivienda Unifamiliar Leopoldo Urrutia. La estructura se emplaza en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, Chile; lo cual implica que estará ubicado en la Zona Sísmica número 2 del país.

La Estructura debe poseer dimensiones para cumplir requerimientos de uso y construcción, requeridas por la normativa vigente.

En base a la información entregada, se ha propuesto una estructura en base a muros de albañilería. Fundaciones corridas con vigas de sobrecimientos.

La techumbre esta compuesta por cerchas de madera que sostienen un tablero OSB que sirve de base para la colocación de las tejas.

El presente informe de ingeniería de detalle, consta del análisis y estructuración de la edificación.

La modelación de la estructura se realizara a través de un software computacional de elementos finitos ETABS para luego, en base a normas chilenas y códigos extranjeros, realizar un diseño óptimo, seguro y económico.

## **2. OBJETIVO**

El objetivo general del presente estudio es realizar la verificación del diseño estructural completo del proyecto Vivienda Unifamiliar Leopoldo Urrutia, definiendo la estructuración más apropiada, además de determinar las dimensiones constructivas que verifiquen las condiciones de carga a la que estará expuesta la estructura, cumpliendo los criterios de diseño, definidos en base a la normativa nacional y extranjera.

## **3. ALCANCE**

El alcance de éste informe consta de:

- Definición de las bases de diseño,
- Estructuración,
- Modelación de la estructura en el software, de acuerdo a las bases de cálculo,
- El análisis del modelo planteado y la obtención de esfuerzos de diseño,
- El cálculo y diseño de los elementos estructurales,
- Las verificaciones necesarias para asegurar la estabilidad estructural,

## **4. MEMORIA DE CÁLCULO**

La presente memoria de cálculo establece los criterios de diseño, los métodos de cálculo y las verificaciones de condiciones de servicio, junto con lograr el diseño de todos los elementos estructurales; verificando los espesores y dimensiones, dados en las hipótesis de cálculo inmersa en esta memoria.

## 4.1 Bases de diseño

### 4.1.1 Descripción de materiales

- Hormigón

- Hormigón estructural H-20:

En todos los elementos de hormigón; vigas, cadenas y vigas de sobrecimiento se especifica un hormigón grado H-20, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85, tiene una resistencia característica cilíndrica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 16(MPa)$  ó  $f'_c = 160\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%.

Este grado de hormigón será utilizado en todas las partidas donde se requiera este material a excepción del hormigón del emplantillado.

- Hormigón de emplantillado H5:

El emplantillado que soporta las fundaciones de la Edificación, estará compuesto de hormigón grado H5, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85 tiene una resistencia cilíndrica característica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 4(MPa)$  ó  $f'_c = 40\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%. Este hormigón será utilizado únicamente para el emplantillado.

- Propiedades mecánicas del Hormigón:

➤ Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ):

Basándose en el código de diseño ACI318-08 se determina la siguiente expresión, definida en la sección 8.5.1., para el cálculo del módulo de elasticidad:

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

Dónde:  $f_c'$  es la resistencia cilíndrica especificada para el hormigón en MPa.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow E_c = 18800(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow E_c = 9400(MPa)$$

➤ Módulo de Corte ( $G$ ):

Desde la sección 8.5.1. del código ACI 318-08, se obtiene la siguiente expresión para el cálculo del módulo de corte en el hormigón:

$$G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$$

dónde:  $\nu$  corresponde al Módulo de Poisson, que a considerar es de 0.15.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow G = 9139(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow G = 4087(MPa)$$

- Propiedades físicas del Hormigón:

➤ Densidad:

Para ésta estructura se considera un hormigón de densidad normal, estimada

$$\text{en } \gamma_c = 2500 \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

➤ Coeficiente térmico por expansión ( $\alpha$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del coeficiente térmico por expansión de 1.08, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

➤ Módulo de Poisson ( $\rho$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del Modulo de Poisson de 0.15, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

Finalmente se puede realizar una tabla resumen que contiene las propiedades que son ingresadas al programa de análisis por elemento finitos que será usado:

|                             | Clase de Hormigón |       |      |
|-----------------------------|-------------------|-------|------|
|                             | H30               | H20   | H5   |
| E (MPa)                     | 23500             | 18800 | 9400 |
| G (MPa)                     | 10217             | 8174  | 4087 |
|                             |                   |       |      |
| $\nu$                       | 0.15              |       |      |
| $\alpha$                    | 1.08              |       |      |
| $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2500              |       |      |

- Acero de Refuerzo

Se considerará una calidad de las barras de acero de refuerzo de A 63-42 H. Las cantidades y disposición del refuerzo en el hormigón armado, serán determinadas en la etapa de diseño, en donde se podrá obtener:

- Diámetro de las barras de acero a utilizar como refuerzo
- Área de armadura para resistir esfuerzos de diseño
- Espaciamiento y disposición del refuerzo
- Recubrimiento mínimo para refuerzo
- Diámetro mínimo y especificaciones del doblado del acero

#### 4.1.2 Descripción de normas y códigos

Las normas y códigos de diseño utilizados en el presente informe, se detallan a continuación:

- Norma NCh433 Of.96 mod. 2009, Diseño sísmico de edificios.
- D.S.60 y D.S.61
- Norma NCh1537 Of. 86., Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- Norma NCh431 Of.77, Construcción - Sobrecargas de nieve
- Norma NCh432 Of.71, Calculo de la acción del viento sobre las construcciones.

- AISC-LRFD, Diseño de acero (Load and Resistance Factor Design).
- Código ACI318-08, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- Norma NCh170 Of.85 Hormigón – Requisitos generales.
- Norma NCh317 Of. Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

#### **4.1.3 Parámetros del suelo**

El suelo en el cual se ubica el proyecto Vivienda Unifamiliar Leopoldo Urrutia, se clasifico como uno del Tipo B, según D.S. N°61.

La capacidad de soporte admisible del suelo de fundación se estima de manera conservadora:

Tensión admisible estático : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión admisible dinámico : 1.6 kg/cm<sup>2</sup>

## 4.2 Hipótesis de cálculo

- La Edificación de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla, se encasilla en la Categoría II, según la NCh. 433 Of. 96 mod.2009.
- Se utiliza factor de Modificación de respuesta  $R=3$ , y Coeficiente Sísmico utilizado  $C_{máx.}=0.180$
- La conformación del sistema estructural es basada en una configuración mediante muros de albañilería, que sean capaces de resistir solicitaciones tales como: sismo, viento, nieve, sobrecargas de techo y peso propio.
- La estructura transmite hacia el suelo las cargas recibidas de forma permanente y esporádica, a través de las fundaciones y estas a la vez, reciben las cargas desde los muros.
- Se consideran fundaciones con zapatas corridas y vigas de sobrecimiento bajo muros de albañilería.
- Las propiedades físicas y mecánicas del acero estructural utilizado para el diseño, se encuentran descritas anteriormente en el punto 4.1.1.
- El proyecto al estar emplazado en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, estará inmerso en la Zona Sísmica número 2 del país.
- Para el cálculo de los períodos de la estructura, se obtendrán inicialmente del análisis modal del software de elementos finitos, luego estos periodos serán analizados de acuerdo a lo estipulado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios" según el modal espectral.

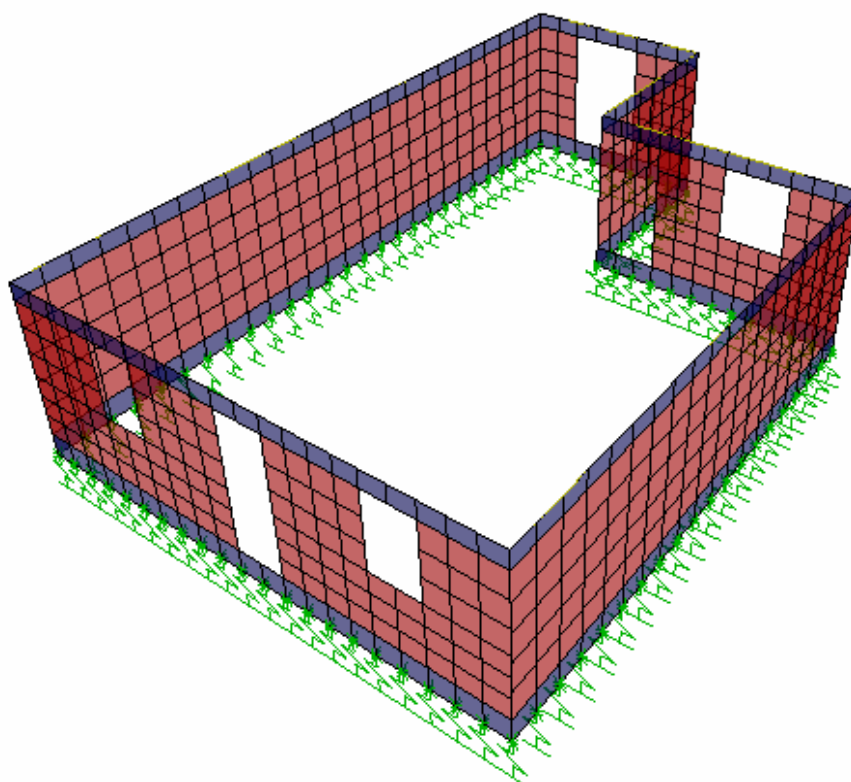


### **4.3 Modelación**

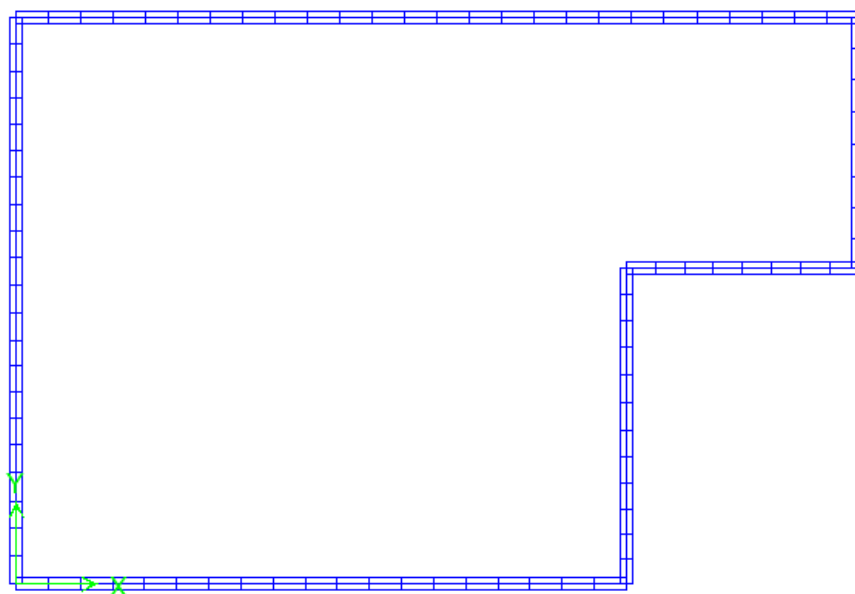
La modelación comienza con un requerimiento específico, que es simplificar el análisis estructural mediante un software estructural en base a elementos finitos. Luego de contar con la estructuración definida y simplificada, comenzamos a emplear el software de la siguiente forma:

En primera instancia se ingresan las propiedades, tanto físicas como mecánicas del material, que en este caso corresponde a albañilería y hormigón armado.

Para la realización del modelo, se procede a dibujar los elementos Shell que componen los muros de albañilería, vigas, cadenas y vigas de sobrecimientos.



**Fig. Nº 1.- Vista Isométrica de Estructura**



**Fig. Nº 2.- Vista Planta de Estructura**

## 4.4 Materiales

**Material Property Data**

**Material Name** H20

**Type of Material**  
☒ Isotropic ☐ Orthotropic

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 2.448E-06  |
| Weight per unit Volume     | 2.403E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 253105.065 |
| Poisson's Ratio            | 0.2        |
| Coeff of Thermal Expansion | 9.900E-06  |
| Shear Modulus              | 105460.444 |

**Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)**

Specified Conc Comp Strength,  $f'_c$  160.

Bending Reinf. Yield Stress,  $f_y$  4200.

Shear Reinf. Yield Stress,  $f_{ys}$  4200.

☐ Lightweight Concrete  
 Shear Strength Reduc. Factor

Display Color: Color [Cyan]

Type of Design: Design Concrete

OK Cancel

**Fig. N° 3.- Propiedades Mecánicas Hormigón kgf-cm**

**Material Property Data**

**Material Name** ALBA

**Type of Material**  
☒ Isotropic ☐ Orthotropic

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 1.680E-06  |
| Weight per unit Volume     | 1.650E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 60000.     |
| Poisson's Ratio            | 0.3        |
| Coeff of Thermal Expansion | 1.170E-05  |
| Shear Modulus              | 23076.9231 |

**Design Property Data**

Display Color: Color [Red]

Type of Design: Design None

OK Cancel

**Fig. N° 4.- Propiedades Mecánicas Albañilería kgf-cm**

## 4.5 Estados de Carga

### 4.5.1 Peso Propio

- Metodología de cálculo
- El peso propio de la estructura es entregado por defecto mediante el software de elementos finitos y los demás elementos no modelados, se ingresan a este, como cargas.

### 4.5.2 Sobrecargas de uso

- Metodología de cálculo

Las sobrecargas de uso empleadas son:

- Sobrecarga de techo

Esta carga según lo indica la NCh 1537 Of.2009 corresponde a:

$$q_k = 100 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

La que puede ser reducida si cumple con los requisitos mencionados en dicha norma.

Reducción de sobrecarga de techo según la siguiente formula:

$$q_{kred} = C_0 \cdot C_A \cdot q_k$$

En donde:

$C_0$  = Coeficiente de reducción por pendiente de techo;

$C_A$  = Coeficiente de reducción por área tributaria.

La pendiente del techo aplicada corresponde a 78,12%, por lo que:

$$q_{kred} = 30 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

#### 4.5.3 Sobrecargas de Nieve

Según la NCh 431 Of. 77 “Construcción – Sobrecargas de Nieve” indica la sobrecarga de nieve que se debe aplicar al diseño de las estructuras ubicadas en todo el territorio nacional, excluyendo el territorio Antártico Chileno:

A partir de la altitud y latitud geográfica de la estructura, se puede determinar la sobrecarga a aplicar.

El Proyecto “Vivienda Unifamiliar” como se menciona anteriormente se emplazara en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana, por lo que las coordenadas geográficas aproximadas de su ubicación corresponden a:

Latitud 33° 27' aprox.

Altitud 558 m. aprox.

Estos datos son interpretados a través de la tabla 2 de la Nch431 Of.77 obteniendo una Sobrecarga básica mínima de nieve equivalente a  $25 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$  aplicada al techo en el eje Z proyectado.

**Nota: Sobrecarga de techo controla el diseño por ser superior a sobrecarga de nieve.**

#### 4.5.4 Peso propio techumbre

Las cargas de techumbre empleadas son:

- Peso Propio Cubierta  $q_{cubierta} = 95 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cerchas  $q_{cerchas} = 15 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cielo  $q_{cielo} = 10 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$

#### **4.5.5 Análisis Sísmico**

➤ Metodología de cálculo

Según lo indicado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios" de acuerdo a la ubicación geográfica la estructura queda incluida en la Zona sísmica 2 y según lo indicado en la presente se optara por un suelo de clasificación tipo B.

De acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla; el "Proyecto Vivienda Unifamiliar" se clasifica en la Categoría II.

En relación a los antecedentes presentados anteriormente el método a emplear es el Análisis Modal Espectral.

Con los periodos (asociados a los modos con mayor masa trasnacional según dirección de análisis) encontrados y todos los demás parámetros, se determinan las solicitaciones sísmicas de acuerdo a la NCh 433 Of. 96 MOD. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios", que será cargado en el software de elementos finitos y asociado a las masas participantes, de acuerdo a la que indica esta norma un 100% del peso propio.

## 4.6 Combinaciones de Carga

### Estructura Hormigón Armado

Se utilizarán las combinaciones de carga dispuestas para el Método LRFD.  
ACI318-2008 y NCh3171 Of.2010

|     |                  |
|-----|------------------|
| C1  | :1.4xD           |
| C2  | :1.2xD + 0.5Lr   |
| C3X | :1.2xD +- 1.4xEx |
| C4Y | :1.2xD +- 1.4xEy |
| C5X | :0.9xD +- 1.4xEx |
| C6Y | :0.9xD +- 1.4xEy |

Donde:

D: Cargas permanentes

Lr: Sobrecargas de uso techo

E<sub>Y</sub> : Sismo de la estructura en eje Y

E<sub>X</sub> : Sismo de la estructura en eje X



## **Fundaciones**

Para el diseño geotécnico de las fundaciones, se consideraron las siguientes combinaciones de carga:

FUND :  $1.0xD + 0.4xLr$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 1.0xEx$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 1.0xEy$

El momento volcante sísmico para el diseño de las fundaciones deberá calcularse con el 50% de la sollicitación establecida en NCh 433 Of. 1996 mod.2009.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el diseño estructural del "Proyecto Vivienda Unifamiliar Leopoldo Urrutia" se presentan las siguientes conclusiones acerca de la estructuración final:

- Para los elementos de hormigón de la estructura y fundaciones, se ha especificado uno de grado H-20, con un nivel de confianza del 90%.
- Para el diseño de los elementos de albañilería se utiliza de manera conservadora el ladrillo: mnM.

mnM: Ladrillo cerámico hecho a mano, macizo en toda su masa, sin ninguna perforación ni hueco.

- Dados los parámetros de los materiales mencionados anteriormente, los parámetros del suelo utilizado y la ubicación, se ha realizado la estructuración del Proyecto Vivienda Unifamiliar, siguiendo a cabalidad lo especificado por la normativa.

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos solicitantes, la inexistencia de armadura mínima vertical y horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.

- Se presentan muros en dirección Y con problemas asociados a esfuerzos de flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de 0.83 cm<sup>2</sup> en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.
- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 40 cm.

Altura fundación: 45 cm.

- Las deformaciones de la estructura en dirección X, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.
- En dirección Y, las deformaciones exceden los valores máximos admisibles. Se obtienen deformaciones del orden de los 2.35 cm.
- El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera ser menor al valor máximo entregado por la Normativa Sísmica.

---

**RICHARD VÁSQUEZ B.**  
**INGENIERO CIVIL**

UNIFAMILIAR"

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

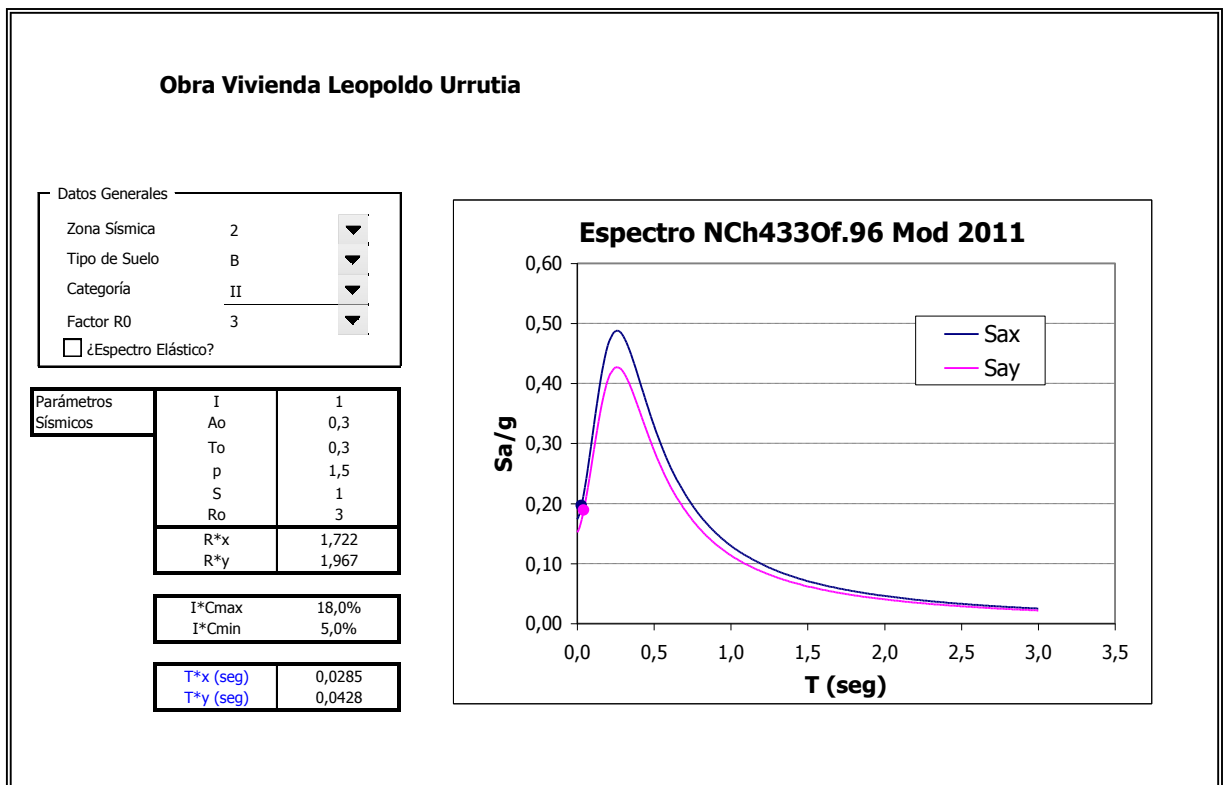
**ANEXO A**  
**ANALISIS SISMICO**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| Mode | Period   | UX      | UY      | UZ | SumUX   | SumUY   | SumUZ | RX      | RY      | RZ      | SumRX   | SumRY   | SumRZ   |
|------|----------|---------|---------|----|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1    | 0,25511  | 0,0591  | 14,9409 | 0  | 0,0591  | 14,9409 | 0     | 12,2791 | 0,0496  | 0,5261  | 12,2791 | 0,0496  | 0,5261  |
| 2    | 0,173698 | 1,1181  | 12,1605 | 0  | 1,1772  | 27,1014 | 0     | 10,0918 | 0,9753  | 0,0731  | 22,371  | 1,0249  | 0,5991  |
| 3    | 0,138336 | 5,4251  | 0,1914  | 0  | 6,6023  | 27,2928 | 0     | 0,4783  | 4,5306  | 5,3594  | 22,8492 | 5,5555  | 5,9585  |
| 4    | 0,129401 | 0,2632  | 12,7453 | 0  | 6,8655  | 40,0381 | 0     | 15,3455 | 0,2163  | 15,8965 | 38,1947 | 5,7719  | 21,8551 |
| 5    | 0,103369 | 1,8281  | 5,0731  | 0  | 8,6936  | 45,1112 | 0     | 6,3362  | 1,6931  | 0,031   | 44,5309 | 7,465   | 21,8861 |
| 6    | 0,089798 | 7,2292  | 0,0605  | 0  | 15,9228 | 45,1717 | 0     | 0,065   | 7,9303  | 0,0389  | 44,5959 | 15,3952 | 21,9249 |
| 7    | 0,073875 | 3,0606  | 0,7306  | 0  | 18,9834 | 45,9023 | 0     | 0,8739  | 2,9005  | 4,5048  | 45,4697 | 18,2957 | 26,4297 |
| 8    | 0,066405 | 1,1034  | 19,6251 | 0  | 20,0868 | 65,5274 | 0     | 24,0173 | 1,1677  | 0,3917  | 69,487  | 19,4634 | 26,8214 |
| 9    | 0,059294 | 1,6618  | 7,299   | 0  | 21,7486 | 72,8263 | 0     | 8,2377  | 1,2878  | 0,023   | 77,7247 | 20,7512 | 26,8445 |
| 10   | 0,048666 | 0,8396  | 9,5279  | 0  | 22,5882 | 82,3542 | 0     | 14,2016 | 0,8083  | 2,363   | 91,9263 | 21,5595 | 29,2075 |
| 11   | 0,041091 | 51,3152 | 0,7232  | 0  | 73,9033 | 83,0775 | 0     | 0,597   | 62,5633 | 0,2711  | 92,5232 | 84,1228 | 29,4786 |
| 12   | 0,038686 | 0,5849  | 8,38    | 0  | 74,4882 | 91,4575 | 0     | 3,827   | 0,7337  | 3,6764  | 96,3502 | 84,8565 | 33,155  |
| 13   | 0,034459 | 12,339  | 0,1285  | 0  | 86,8272 | 91,586  | 0     | 0,2267  | 11,3225 | 0,3155  | 96,5769 | 96,179  | 33,4705 |
| 14   | 0,01758  | 0,0034  | 4,1495  | 0  | 86,8306 | 95,7355 | 0     | 0,4483  | 0,0091  | 0,8995  | 97,0253 | 96,1881 | 34,37   |
| 15   | 0,013358 | 7,5143  | 0,0106  | 0  | 94,3449 | 95,7461 | 0     | 0,0017  | 1,4139  | 0,298   | 97,0269 | 97,602  | 34,668  |

Fig. A-1 Modos de la Estructura



**Fig. A-2      Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**OBRA VIVIENDA LEOPOLDO URRUTIA**

**CORTES BASALES Y AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL**

| Spec  | Mode | Dir | F1         | F2         | F3 | M1 | M2 | M3 |
|-------|------|-----|------------|------------|----|----|----|----|
| SPECX | 1    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 2    | U1  | 0,0        | -0,1       | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 3    | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -2 |
| SPECX | 4    | U1  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 1  |
| SPECX | 5    | U1  | 0,0        | -0,1       | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 6    | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 7    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 8    | U1  | 0,0        | -0,1       | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 9    | U1  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 10   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 11   | U1  | 0,8        | 0,1        | 0  | 0  | 2  | -4 |
| SPECX | 12   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 13   | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 14   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 15   | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | All  | All | <b>0,9</b> | 0,2        | 0  | 1  | 3  | 4  |
| SPECY | 1    | U2  | 0,0        | 0,5        | 0  | -1 | 0  | 3  |
| SPECY | 2    | U2  | -0,1       | 0,3        | 0  | -1 | 0  | 2  |
| SPECY | 3    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 4    | U2  | 0,0        | 0,3        | 0  | -1 | 0  | 4  |
| SPECY | 5    | U2  | -0,1       | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 1  |
| SPECY | 6    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 7    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 8    | U2  | -0,1       | 0,3        | 0  | -1 | 0  | 2  |
| SPECY | 9    | U2  | 0,1        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 10   | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 11   | U2  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 12   | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 13   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 14   | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 15   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | All  | All | 0,2        | <b>0,8</b> | 0  | 2  | 0  | 6  |

Masa Sísmica : 80,28 ton  
 Corte Mínimo : 4,82 ton ( % Peso Sísmico)  
 Corte Máximo : 14,45 ton ( % Peso Sísmico)

Factor de Ampl. X: ➔ 5,412 16,2  
 Factor de Ampl. Y: ➔ 5,947 17,8

**Fig. A-3 Factor Amplificación Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**ANEXO B**  
**DISEÑO DE FUNDACIONES**



"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA LEOPOLDO URRUTIA**

| NOMBRE DEL EDIFICIO   |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | Límite (ton/m2) |           |         |         |        |      |           |         |
|-----------------------|-------|------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|---------|---------|--------|------|-----------|---------|
| OBRA LEOPOLDO URRUTIA |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | 10,000          |           |         |         |        |      |           |         |
| MURO                  | Lres  | Lreq | B     | H      | Sigma | Verificación | Nest  | D     | P     | B     | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3              | qadm(erv) | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) | Resorte |
|                       | (m)   | 80   | (m)   | (m)    |       | Tensiones    | (ton) | (m)   | (m)   | (m)   |      |       |       |       |                 | T/M2      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      | (ton/m) |
| F1                    | 0,490 | 0,75 | 0,400 | 9,380  | 7,32  | bajo         | 23,8  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 23,5 | 0,043 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 10,000    | 0,093   | 0,046   | 10,000 | 15,0 | 7041      | 1380    |
| F2                    | 0,450 | 0,18 | 0,400 | 3,570  | 5,04  | bajo         | 5,8   | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 8,9  | 0,112 | 2,030 | 1,875 | 0,690           | 10,000    | 0,062   | 0,031   | 10,000 | 15,0 | 7222      | 1300    |
| F3                    | 0,500 | 1,05 | 0,400 | 12,950 | 7,39  | bajo         | 33,1  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 32,4 | 0,031 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 10,000    | 0,093   | 0,047   | 10,000 | 15,0 | 7000      | 1400    |
| F4                    | 0,500 | 0,43 | 0,400 | 8,670  | 4,87  | bajo         | 13,5  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 21,7 | 0,046 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 10,000    | 0,062   | 0,031   | 10,000 | 15,0 | 7000      | 1400    |
| F5                    | 0,380 | 0,22 | 0,400 | 4,830  | 4,56  | bajo         | 6,9   | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 12,1 | 0,083 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 10,000    | 0,058   | 0,029   | 10,000 | 15,0 | 7632      | 1160    |
| F6                    | 0,470 | 0,19 | 0,400 | 3,840  | 4,84  | bajo         | 5,9   | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 9,6  | 0,104 | 2,070 | 1,875 | 0,690           | 10,000    | 0,060   | 0,030   | 10,000 | 15,0 | 7128      | 1340    |

**Fig. B-1 Fundaciones Caso Estatico**

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA LEOPOLDO URRUTIA**

| NOMBRE DEL EDIFICIO   |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | Límite (ton/m2) |           |         |         |        |      |           |         |
|-----------------------|-------|------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|---------|---------|--------|------|-----------|---------|
| OBRA LEOPOLDO URRUTIA |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | 15,000          |           |         |         |        |      |           |         |
| MURO                  | Lres  | Lreq | B     | H      | Sigma | Verificación | Nest  | D     | P     | B     | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3              | qadm(env) | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) | Resorte |
|                       | (m)   | 80   | (m)   | (m)    |       | Tensiones    | (ton) | (m)   | (m)   | (m)   |      |       |       |       |                 | T/M2      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      | (ton/m) |
| F1                    | 0,490 | 0,77 | 0,400 | 9,380  | 7,45  | bajo         | 24,2  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 23,5 | 0,043 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,094   | 0,047   | 10,000 | 15,0 | 7041      | 1380    |
| F2                    | 0,450 | 0,23 | 0,400 | 3,570  | 6,00  | bajo         | 7,2   | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 8,9  | 0,112 | 2,030 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,073   | 0,037   | 10,000 | 15,0 | 7222      | 1300    |
| F3                    | 0,500 | 1,03 | 0,400 | 12,950 | 7,27  | bajo         | 32,6  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 32,4 | 0,031 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,092   | 0,046   | 10,000 | 15,0 | 7000      | 1400    |
| F4                    | 0,500 | 0,64 | 0,400 | 8,670  | 6,83  | bajo         | 20,3  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 21,7 | 0,046 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,086   | 0,043   | 10,000 | 15,0 | 7000      | 1400    |
| F5                    | 0,380 | 0,37 | 0,400 | 4,830  | 7,07  | bajo         | 11,8  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 12,1 | 0,083 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,089   | 0,045   | 10,000 | 15,0 | 7632      | 1160    |
| F6                    | 0,470 | 0,30 | 0,400 | 3,840  | 7,11  | bajo         | 9,4   | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 9,6  | 0,104 | 2,070 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,089   | 0,044   | 10,000 | 15,0 | 7128      | 1340    |

**Fig. B-2 Fundaciones Caso Sismo X**

“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA LEOPOLDO URRUTIA

| NOMBRE DEL EDIFICIO   |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | Límite (ton/m2) |           |         |         |        |      |           |         |
|-----------------------|-------|------|-------|--------|-------|--------------|-------|-------|-------|-------|------|-------|-------|-------|-----------------|-----------|---------|---------|--------|------|-----------|---------|
| OBRA LEOPOLDO URRUTIA |       |      |       |        |       |              |       |       |       |       |      |       |       |       | 15,000          |           |         |         |        |      |           |         |
| MURO                  | Lres  | Lreq | B     | H      | Sigma | Verificación | Nest  | D     | P     | B     | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3              | qadm(env) | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) | Resorte |
|                       | (m)   | 80   | (m)   | (m)    |       | Tensiones    | (ton) | (m)   | (m)   | (m)   |      |       |       |       |                 | T/M2      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      | (ton/m) |
| F1                    | 0,490 | 0,81 | 0,400 | 9,380  | 7,77  | bajo         | 25,5  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 23,5 | 0,043 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,098   | 0,049   | 10,000 | 15,0 | 7041      | 1380    |
| F2                    | 0,450 | 0,33 | 0,400 | 3,570  | 8,37  | bajo         | 10,5  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 8,9  | 0,112 | 2,030 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,102   | 0,051   | 10,000 | 15,0 | 7222      | 1300    |
| F3                    | 0,500 | 1,21 | 0,400 | 12,950 | 8,39  | bajo         | 38,3  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 32,4 | 0,031 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,106   | 0,053   | 10,000 | 15,0 | 7000      | 1400    |
| F4                    | 0,500 | 0,66 | 0,400 | 8,670  | 7,05  | bajo         | 21,0  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 21,7 | 0,046 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,089   | 0,045   | 10,000 | 15,0 | 7000      | 1400    |
| F5                    | 0,380 | 0,41 | 0,400 | 4,830  | 7,74  | bajo         | 13,0  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 12,1 | 0,083 | 2,100 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,098   | 0,049   | 10,000 | 15,0 | 7632      | 1160    |
| F6                    | 0,470 | 0,41 | 0,400 | 3,840  | 9,51  | bajo         | 13,1  | 0,750 | 0,405 | 0,400 | 9,6  | 0,104 | 2,070 | 1,875 | 0,690           | 15,000    | 0,119   | 0,059   | 10,000 | 15,0 | 7128      | 1340    |

Fig. B-3 Fundaciones Caso Sismo Y

**ANEXO C**  
**DISEÑO DE MUROS ALBAÑILERÍA**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
| X1   | 1    | 0,200          | 9,380    | 2,4                   | 13,57       | 0,76                    | 4,78         | 3,955                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 7                   | 15                 | 0,50                                 | 8                 | 33                         | 0,26                     |                     |                       |                                      |
| X2   | 1    | 0,200          | 3,570    | 2,4                   | 1,45        | 0,56                    | 0,84         | 0,685                  | 1                 | 17               | 0,07                                 | 2                   | 15                 | 0,14                                 | 4                 | 33                         | 0,11                     |                     |                       |                                      |
| X3   | 1    | 0,200          | 12,950   | 2,4                   | 19,04       | 0,41                    | 6,65         | 5,968                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 7                   | 15                 | 0,50                                 | 8                 | 33                         | 0,25                     |                     |                       |                                      |

**Fig. C-1 Diseño Muros Albañilería Top X**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                    | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                       |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|--------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|----------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)<br>70,0% | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                    |             |                         |                       |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
| X1   | 1    | 0,200          | 9,380    | 2,4                | 19,18       | 2,05                    | 6,11                  | 9,268                  | 3                 | 18               | 0,18                                 | 10                  | 15                 | 0,70                                 | 13             | 33                         | 0,40                     |                     |                       |                                      |
| X2   | 1    | 0,200          | 3,570    | 2,4                | 4,12        | 1,7                     | 1,23                  | 2,171                  | 2                 | 16               | 0,11                                 | 6                   | 15                 | 0,40                                 | 11             | 33                         | 0,33                     |                     |                       |                                      |
| X3   | 1    | 0,200          | 12,950   | 2,4                | 27,59       | 1,9                     | 8,51                  | 10,427                 | 3                 | 18               | 0,18                                 | 11                  | 15                 | 0,73                                 | 12             | 33                         | 0,38                     |                     |                       |                                      |

**Fig. C-2 Diseño Muros Albañilería Botton X**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                       |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)<br>70,0% | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESION    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |                       |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUAdm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |                       |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                   |                            |                          |                     |                       |                                      |
| Y1   | 1    | 0,200          | 3,730    | 1,11                  | 4,24        | 0,5                     | 3                     | 0,703                  | 4                 | 18               | 0,22                                 | 6                   | 15                 | 0,38                                 | 7                 | 33                         | 0,22                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y2   | 1    | 0,200          | 1,270    | 1,34                  | 0,64        | 0,75                    | 0,96                  | 0,381                  | 4                 | 17               | 0,22                                 | 3                   | 15                 | 0,17                                 | 10                | 33                         | 0,29                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y3   | 1    | 0,200          | 1,590    | 1,34                  | 1,06        | 0,47                    | 1,85                  | 1,488                  | 6                 | 16               | 0,37                                 | 3                   | 15                 | 0,22                                 | 17                | 33                         | 0,51                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y4   | 1    | 0,200          | 4,090    | 1,11                  | 4,69        | 0,71                    | 3,42                  | 0,993                  | 4                 | 18               | 0,23                                 | 6                   | 15                 | 0,38                                 | 8                 | 33                         | 0,23                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y5   | 1    | 0,200          | 1,650    | 1,34                  | 1,12        | 0,45                    | 1,88                  | 1,533                  | 6                 | 16               | 0,36                                 | 3                   | 15                 | 0,23                                 | 16                | 33                         | 0,49                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y6   | 1    | 0,200          | 1,630    | 1,34                  | 0,81        | 1,05                    | 1,32                  | 0,578                  | 4                 | 17               | 0,24                                 | 2                   | 15                 | 0,17                                 | 9                 | 33                         | 0,28                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y7   | 1    | 0,200          | 3,630    | 1,11                  | 3,55        | 1,32                    | 2,93                  | 0,731                  | 4                 | 18               | 0,22                                 | 5                   | 15                 | 0,33                                 | 7                 | 33                         | 0,22                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y8   | 1    | 0,200          | 1,140    | 1,34                  | 0,88        | 0,43                    | 1,22                  | 0,436                  | 5                 | 17               | 0,32                                 | 4                   | 15                 | 0,26                                 | 12                | 33                         | 0,37                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y9   | 1    | 0,200          | 1,290    | 1,34                  | 0,93        | 0,27                    | 1,51                  | 1,001                  | 6                 | 16               | 0,37                                 | 4                   | 15                 | 0,24                                 | 17                | 33                         | 0,51                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y10  | 1    | 0,200          | 1,550    | 2,45                  | 0,84        | 1,35                    | 2,84                  | 2,02                   | 9                 | 16               | 0,57                                 | 3                   | 15                 | 0,19                                 | 23                | 33                         | 0,71                     | 0,574               | OK                    |                                      |
| Y11  | 1    | 0,200          | 1,100    | 2,45                  | 0,85        | 0,73                    | 2,19                  | 1,274                  | 10                | 16               | 0,63                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 28                | 33                         | 0,85                     | OK                  | OK                    |                                      |

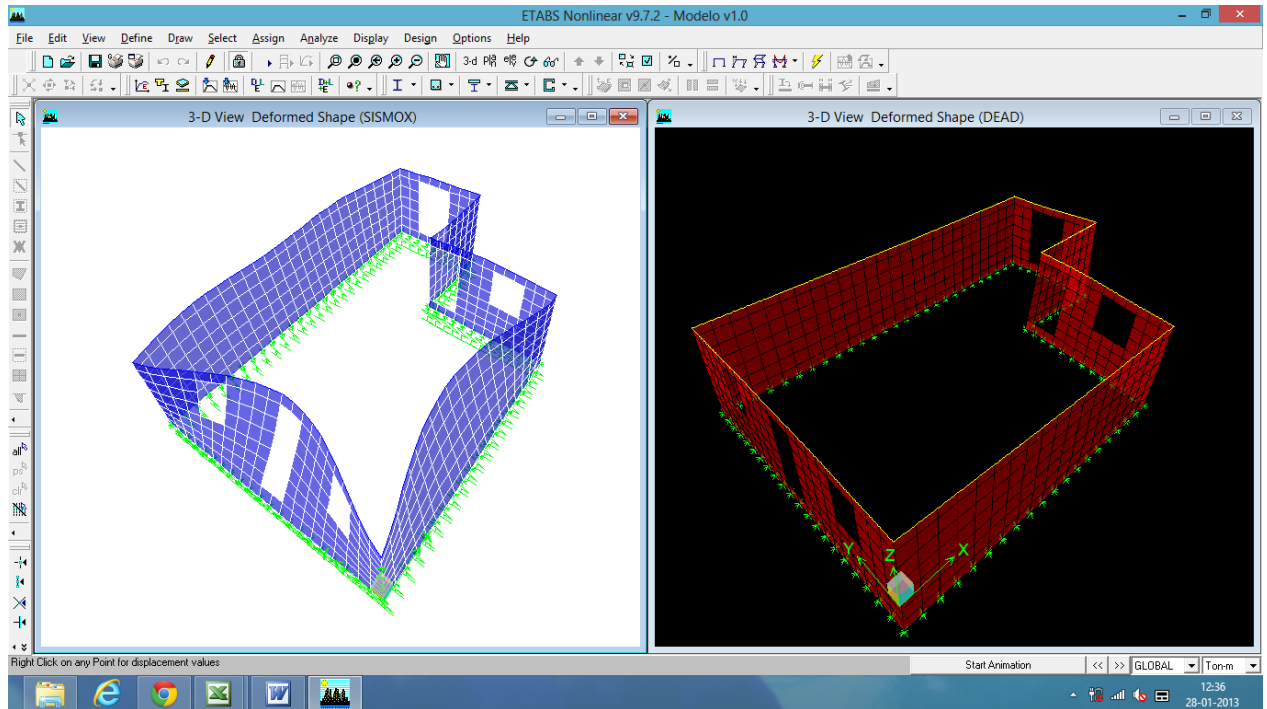
**Fig. C-3 Diseño Muros Albañilería Top Y**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                   |                            |                          |                     |                       |                                      |
| Y1   | 1    | 0,200          | 3,730    | 1,11                  | 6,48        | 0,52                    | 3,23         | 3,601                  | 4                 | 17               | 0,25                                 | 9                   | 15                 | 0,58                                 | 15                | 33                         | 0,44                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y2   | 1    | 0,200          | 1,270    | 1,34                  | 2,2         | 0,6                     | 1,03         | 0,712                  | 4                 | 16               | 0,26                                 | 9                   | 15                 | 0,58                                 | 20                | 33                         | 0,59                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y3   | 1    | 0,200          | 1,590    | 1,34                  | 1,85        | 0,47                    | 1,93         | 1,046                  | 6                 | 17               | 0,36                                 | 6                   | 15                 | 0,39                                 | 16                | 33                         | 0,47                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y4   | 1    | 0,200          | 4,090    | 1,11                  | 7,18        | 0,78                    | 3,83         | 4,38                   | 5                 | 17               | 0,27                                 | 9                   | 15                 | 0,59                                 | 15                | 33                         | 0,45                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y5   | 1    | 0,200          | 1,650    | 1,34                  | 1,94        | 0,45                    | 1,96         | 1,04                   | 6                 | 17               | 0,35                                 | 6                   | 15                 | 0,39                                 | 15                | 33                         | 0,45                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y6   | 1    | 0,200          | 1,630    | 1,34                  | 2,56        | 0,84                    | 1,42         | 1,081                  | 4                 | 16               | 0,27                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 18                | 33                         | 0,55                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y7   | 1    | 0,200          | 3,630    | 1,11                  | 5,48        | 1,64                    | 3,33         | 3,704                  | 5                 | 17               | 0,27                                 | 8                   | 15                 | 0,50                                 | 15                | 33                         | 0,45                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y8   | 1    | 0,200          | 1,140    | 1,34                  | 1,93        | 0,95                    | 1,34         | 0,895                  | 6                 | 16               | 0,38                                 | 8                   | 15                 | 0,57                                 | 26                | 33                         | 0,78                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y9   | 1    | 0,200          | 1,290    | 1,34                  | 1,57        | 0,27                    | 1,56         | 1,075                  | 6                 | 16               | 0,38                                 | 6                   | 15                 | 0,41                                 | 20                | 33                         | 0,62                     | OK                  | OK                    |                                      |
| Y10  | 1    | 0,200          | 1,550    | 2,45                  | 2,67        | 1,28                    | 3,2          | 3,764                  | 10                | 15               | 0,71                                 | 9                   | 15                 | 0,59                                 | 44                | 33                         | 1,34                     | ii MALO !!          | 0,538                 |                                      |
| Y11  | 1    | 0,200          | 1,100    | 2,45                  | 2,93        | 3,48                    | 2,57         | 2,417                  | 12                | 14               | 0,83                                 | 13                  | 15                 | 0,91                                 | 66                | 33                         | 2,00                     | ii MALO !!          | 0,829                 |                                      |

**Fig. C-4 Diseño Muros Albañilería Botton Y**

**ANEXO D**  
**DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

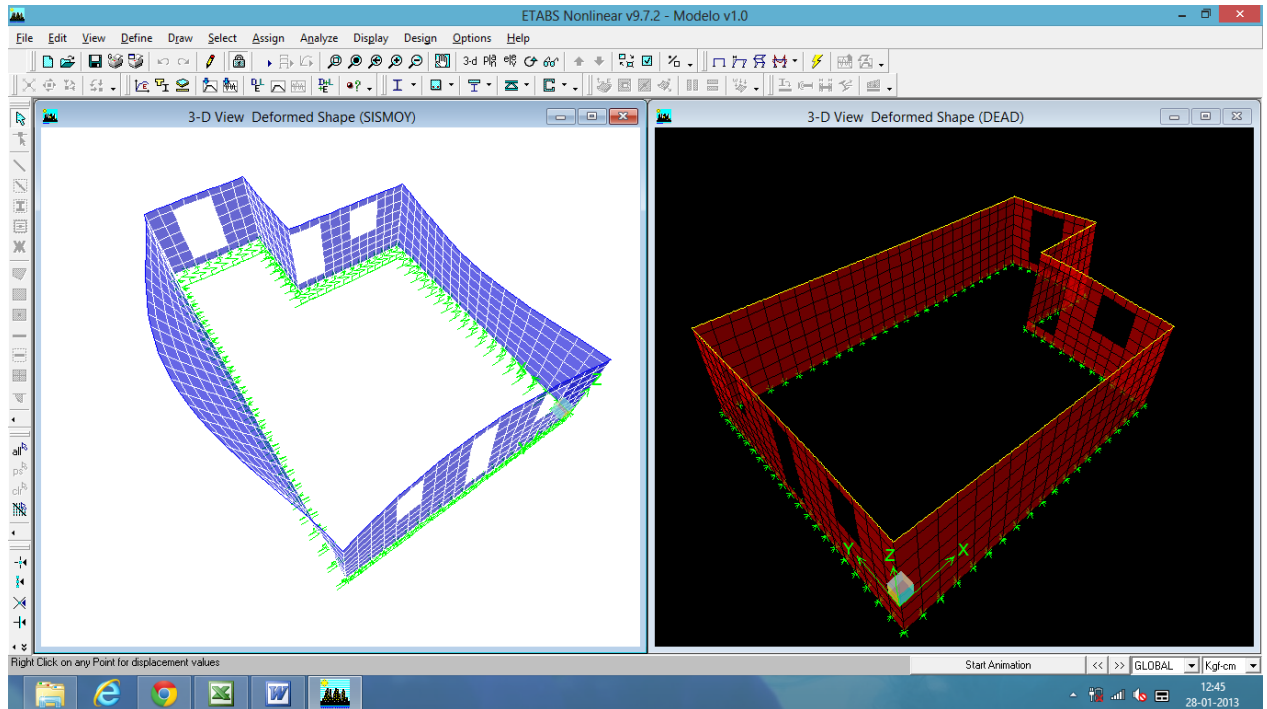


**Fig. D-1 Deformada de la Estructura Sismo X**

**TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X, en cm.**

| Story  | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|--------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1 | 290   | SISMOX | 0,4406 | 0,0097 | 0,0085 | 0,00001 | 0,00121 | 0,00027 |

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**



**Fig. D-2 Deformada de la Estructura Sismo Y**

**TABLA D-2 Deformación Máxima sismo sismo Y, en cm.**

| Story  | Point | Load   | UX    | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|--------|-------|--------|-------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1 | 334   | SISMOY | 0,018 | 2,3573 | 0,0137 | 0,00729 | 0,00005 | 0,00088 |



**ANEXO E**  
**DISEÑO DE CERCHA TIPO**

## DISEÑO DE CERCHA TIPO

Toda la estructura de techo se realiza con madera ROBLE, de Grado Estructural N°4. Los esfuerzos se calculan haciendo un modelo bidimensional contenido en su plano y las cargas admisibles se determinan según la norma NCh 1198 of 2006.

Los resultados de carga de la cercha tipo, son analizados calculando la envolvente de cargas normal y eventual, siendo la normal la suma del peso propio y la sobrecarga, y la eventual la suma de las cargas de viento, montaje y peso propio.

**El detalle de cada carga es el siguiente:**

- Peso propio (PP):  $130 \text{ kg/m}^2$
- Sobrecarga de Uso (SC):  $30 \text{ kg/m}^2$
- Montaje (M):  $100 \text{ kg}$
- Viento barlovento:  $1.2 * (\sin 22 - 0.4) * 75 = -2.29 \text{ kg/m}^2$
- Viento sotavento:  $-0.4 * 75 = -30 \text{ kg/m}^2$

**Combinaciones de carga:**

- Env Normal: PP + SC
- Env Eventual 1: PP + M1
- Env Eventual 2: PP + M2
- Env Eventual 3: PP + M3
- Env Eventual 4: PP + Vbarlovento + Vsotavento

### ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198 Of 2006)

OBRA:

ITEM:

|  |   |
|--|---|
| Datos Generales  |   |
| Lugar de Servicio  | Santiago  |
| Madera   | Roble   |
| Grado Resistente   | N° 4  |
| Tipo de uniones  | Clavos  |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3) |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal (10 AÑOS)   | <input type="checkbox"/> Carga Eventual (1 DÍA) |

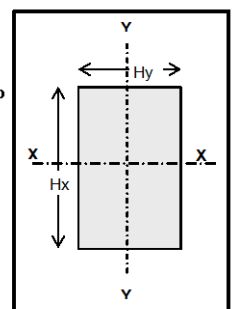
| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
|  |      | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 11   | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 6,6  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 8,3  | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 7900 | 0,97  | 1,000 |
| $E_{f,dis} = 76661,6 \text{ kg/cm}^2$    |      |       |       |

Definidas por el Usuario

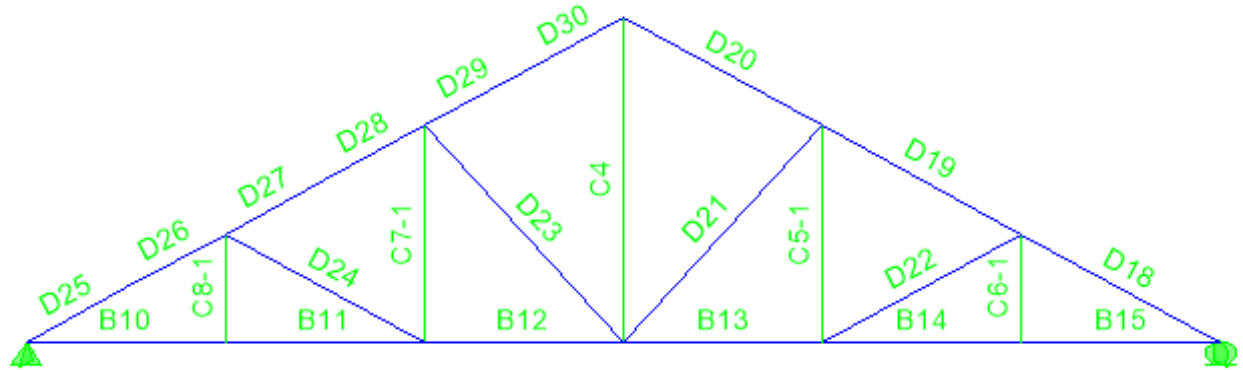
|  |             |
|--|-------------|
|  | Temperatura |
|  | Humedad     |

Según Lugar

|       |             |
|-------|-------------|
| 13,9° | T° Servicio |
| 14%   | H. Equil.   |



Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm



**Figura 1; Identificación de elementos en cercha**

**Tabla 1 Cálculo de Cerchas Envolvente Normal**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión<br>Lx<br>(cm) | Flexión<br>Ly<br>(cm) | Flexión<br>La<br>(cm) | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -775,1        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,34 | 0,21 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -667,09       | -737,028       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,12 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -632,29       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,28 | 0,19 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -472,75       | 1060,46        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,21 | 0,17 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -667,09       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,19 | OK | 10        |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145                      | 145                   | 145                   | 320,74        | 0              | 342          | 1155         | 2526            | 0,28 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 2 Cálculo de Cerchas Envolvente 1**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -781,25       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,34 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -705,67       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,34 | OK | 10        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -580,28       | -1380,01       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,16 | OK | 9         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -552          | -774,177       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -429,01       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -400,73       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -429,98       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -559,51       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,11 | OK | 8         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -675,16       | 1050,51        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,12 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -187,76       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,28 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -196,72       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,46 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,51       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -116,8        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 483,51        | 63,829         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 469,73        | 81,264         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -13,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 94,58         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,45         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,41        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 275,09        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 4         |

**Tabla 3 Cálculo de Cerchas Envolvente 2**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -822,75       | 777,165        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,09 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -794,48       | -1134,96       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,13 | OK | 12        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -678,14       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,26 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -602,55       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,26 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -468,72       | -1619,5        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,19 | OK | 7         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -440,45       | 603,609        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,07 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -465,18       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -594,46       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -709,42       | 1060,62        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,13 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -171,69       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,26 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -254,46       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,60 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,13       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,96       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 553,93        | 101,802        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 500,55        | 86,525         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -14,29        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 86,46         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,16         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 317,69        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,20 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 4 Cálculo de Cerchas Envolvente 3**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -774,49       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,14 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -746,21       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,14 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -668,8        | -319,247       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,04 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -640,53       | -1806,17       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,21 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -528,49       | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,32 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -452,9        | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,32 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -500,31       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -629,56       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -743,58       | 1072,61        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,13 | OK | 11        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -99,55        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,15 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -234,37       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,55 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,26       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -114,77       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 571,19        | 120,106        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 531,59        | 87,395         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,01 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,35        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 51,19         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,02         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,51        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 303,01        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,19 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 5 Cálculo de Cerchas Envolvente 4**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -596,82       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,12 | OK | 9         |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -568,54       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,12 | OK | 8         |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -481,76       | -596,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,07 | OK | 7         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -453,49       | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,11 | OK | 7         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -353,6        | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,11 | OK | 5         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -325,33       | 835,333        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,11 | 0,10 | OK | 5         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -359,68       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,08 | OK | 6         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -467,61       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,08 | OK | 7         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -564,03       | 771,406        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,03       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -173,05       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -124,88       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,29 | 0,00 | OK | 2         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -80,27        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,12 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 443,04        | 71,765         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 410,21        | 63,474         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,01 | OK | 6         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -10,63        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 58,44         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 41,53         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -9,42         | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 219,77        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,14 | 0,00 | OK | 4         |

# **INFORME DE INGENIERÍA**

**Rev. A**

**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“VIVIENDA UNIFAMILIAR CRESCENTE ERRAZURIZ”**

**ENERO 2013**  
**INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

| ESTADO DE REVISIONES |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|----------------------|------------------------------|--------|---------------------------------|-----|-----|-----|--------|--------|
| DOCUMENTO N°         |                              |        | 0005                            |     |     |     |        |        |
| TITULO               |                              |        | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR |     |     |     |        |        |
| REVISION             |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
| REV                  | DESCRIPCION                  |        | POR                             | POR | POR | POR | REVISO | APROBO |
| A                    | REVISION<br>Y<br>COMENTARIOS | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
| B                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| C                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| 0                    | REVISADO                     | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |

| PROYECTO         | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR   |
|------------------|---|
| CONTENIDO        | <p>1. INTRODUCCIÓN..... 1</p> <p>2. OBJETIVO ..... 2</p> <p>3. ALCANCE..... 2</p> <p>4. MEMORIA DE CÁLCULO..... 2</p> <p>4.1 ..... BASES DE DISEÑO ..... 3</p> <p>4.1.1 Descripción de materiales.....</p> <p>4.1.2 Descripción de normas y códigos.....</p> <p>4.1.3 Parámetros del suelo.....</p> <p>4.2 ..... HIPÓTESIS DE CÁLCULO ..... 7</p> <p>4.3 ..... MODELACIÓN ..... 8</p> <p>4.4 ..... MATERIALES .....10</p> <p>4.5 ..... ESTADOS DE CARGA .....11</p> <p>4.5.1 Peso Propio.....</p> <p>4.5.2 Sobrecargas de uso.....</p> <p>4.5.3 Sobrecargas de Nieve.....</p> <p>4.5.4 Peso propio techumbre.....</p> <p>4.5.5 Análisis Sísmico.....</p> <p>4.6 ..... COMBINACIONES DE CARGA.....15</p> <p>5. CONCLUSIONES ..... 17</p> |
| ANEXOS           | ANEXO A – ANEXO B - ANEXO C - ANEXO D - ANEXO E   |
| PREPARADO<br>POR | Richard Vásquez B. Ingeniero Civil  |
| DISTRIBUCIÓN     |   |



## **1. INTRODUCCIÓN**

En la presente memoria se detallan los antecedentes considerados en los cálculos estructurales del proyecto Vivienda Unifamiliar Crescente Errazuriz. La estructura se emplaza en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, Chile; lo cual implica que estará ubicado en la Zona Sísmica número 2 del país.

La Estructura debe poseer dimensiones para cumplir requerimientos de uso y construcción, requeridas por la normativa vigente.

En base a la información entregada, se ha propuesto una estructura en base a muros de albañilería. Fundaciones corridas con vigas de sobrecimientos.

La techumbre esta compuesta por cerchas de madera que sostienen un tablero OSB que sirve de base para la colocación de las tejas.

La vivienda presenta un sistema de piso flexible, conformado por vigas y cadenetas de madera.

El presente informe de ingeniería de detalle, consta del análisis y estructuración de la edificación.

La modelación de la estructura se realizara a través de un software computacional de elementos finitos ETABS para luego, en base a normas chilenas y códigos extranjeros, realizar un diseño óptimo, seguro y económico.

## **2. OBJETIVO**

El objetivo general del presente estudio es realizar la verificación del diseño estructural completo del proyecto Vivienda Unifamiliar Crescente Errazuriz, definiendo la estructuración más apropiada, además de determinar las dimensiones constructivas que verifiquen las condiciones de carga a la que estará expuesta la estructura, cumpliendo los criterios de diseño, definidos en base a la normativa nacional y extranjera.

## **3. ALCANCE**

El alcance de éste informe consta de:

- Definición de las bases de diseño,
- Estructuración,
- Modelación de la estructura en el software, de acuerdo a las bases de cálculo,
- El análisis del modelo planteado y la obtención de esfuerzos de diseño,
- El cálculo y diseño de los elementos estructurales,
- Las verificaciones necesarias para asegurar la estabilidad estructural,

## **4. MEMORIA DE CÁLCULO**

La presente memoria de cálculo establece los criterios de diseño, los métodos de cálculo y las verificaciones de condiciones de servicio, junto con lograr el diseño de todos los elementos estructurales; verificando los espesores y dimensiones, dados en las hipótesis de cálculo inmersa en esta memoria.

## 4.1 Bases de diseño

### 4.1.1 Descripción de materiales

- Hormigón

- Hormigón estructural H-20:

En todos los elementos de hormigón; vigas, cadenas y vigas de sobrecimiento se especifica un hormigón grado H-20, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85, tiene una resistencia característica cilíndrica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 16(MPa)$  ó  $f'_c = 160\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%.

Este grado de hormigón será utilizado en todas las partidas donde se requiera este material a excepción del hormigón del emplantillado.

- Hormigón de emplantillado H5:

El emplantillado que soporta las fundaciones de la Edificación, estará compuesto de hormigón grado H5, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85 tiene una resistencia cilíndrica característica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 4(MPa)$  ó  $f'_c = 40\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%. Este hormigón será utilizado únicamente para el emplantillado.

- Propiedades mecánicas del Hormigón:

➤ Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ):

Basándose en el código de diseño ACI318-08 se determina la siguiente expresión, definida en la sección 8.5.1., para el cálculo del módulo de elasticidad:

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

Dónde:  $f_c'$  es la resistencia cilíndrica especificada para el hormigón en MPa.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow E_c = 18800(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow E_c = 9400(MPa)$$

➤ Módulo de Corte (G):

Desde la sección 8.5.1. del código ACI 318-08, se obtiene la siguiente expresión para el cálculo del módulo de corte en el hormigón:

$$G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$$

dónde:  $\nu$  corresponde al Módulo de Poisson, que se considera es de 0.15.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow G = 9139(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow G = 4087(MPa)$$

- Propiedades físicas del Hormigón:

➤ Densidad:

Para ésta estructura se considera un hormigón de densidad normal, estimada

$$\text{en } \gamma_c = 2500 \left( \frac{\text{Kg}}{\text{m}^3} \right)$$

➤ Coeficiente térmico por expansión ( $\alpha$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del coeficiente térmico por expansión de 1.08, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

➤ Módulo de Poisson ( $\rho$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del Modulo de Poisson de 0.15, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

Finalmente se puede realizar una tabla resumen que contiene las propiedades que son ingresadas al programa de análisis por elemento finitos que será usado:

|                             | Clase de Hormigón |       |      |
|-----------------------------|-------------------|-------|------|
|                             | H30               | H20   | H5   |
| E (MPa)                     | 23500             | 18800 | 9400 |
| G (MPa)                     | 10217             | 8174  | 4087 |
|                             |                   |       |      |
| $\nu$                       | 0.15              |       |      |
| $\alpha$                    | 1.08              |       |      |
| $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2500              |       |      |

- Acero de Refuerzo

Se considerará una calidad de las barras de acero de refuerzo de A 63-42 H. Las cantidades y disposición del refuerzo en el hormigón armado, serán determinadas en la etapa de diseño, en donde se podrá obtener:

- Diámetro de las barras de acero a utilizar como refuerzo
- Área de armadura para resistir esfuerzos de diseño
- Espaciamiento y disposición del refuerzo
- Recubrimiento mínimo para refuerzo
- Diámetro mínimo y especificaciones del doblado del acero

#### **4.1.2 Descripción de normas y códigos**

Las normas y códigos de diseño utilizados en el presente informe, se detallan a continuación:

- Norma NCh433 Of.96 mod. 2009, Diseño sísmico de edificios.
- D.S.60 y D.S.61
- Norma NCh1537 Of. 86., Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- Norma NCh431 Of.77, Construcción - Sobrecargas de nieve
- Norma NCh432 Of.71, Calculo de la acción del viento sobre las construcciones.
- AISC-LRFD, Diseño de acero (Load and Resistance Factor Design).
- Código ACI318-08, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- Norma NCh170 Of.85 Hormigón – Requisitos generales.
- Norma NCh317 Of. Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

#### **4.1.3 Parámetros del suelo**

El suelo en el cual se ubica el proyecto Vivienda Unifamiliar Crescente Errazuriz, se clasifico como uno del Tipo B, según D.S. N°61.

La capacidad de soporte admisible del suelo de fundación se estima de manera conservadora:

|                            |                          |
|----------------------------|--------------------------|
| Tensión admisible estático | : 1.0 kg/cm <sup>2</sup> |
| Tensión admisible dinámico | : 1.6 kg/cm <sup>2</sup> |

#### **4.2 Hipótesis de cálculo**

- La Edificación de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla, se encasilla en la Categoría II, según la NCh. 433 Of. 96 mod.2009.
- Se utiliza factor de Modificación de respuesta  $R=3$ , y Coeficiente Sísmico utilizado  $C_{máx.}=0.180$
- La conformación del sistema estructural es basada en una configuración mediante muros de albañilería, que sean capaces de resistir solicitaciones tales como: sismo, viento, nieve, sobrecargas de techo y peso propio.
- La estructura transmite hacia el suelo las cargas recibidas de forma permanente y esporádica, a través de las fundaciones y estas a la vez, reciben las cargas desde los muros.
- Se consideran fundaciones con zapatas corridas y vigas de sobrecimiento bajo muros de albañilería.
- Las propiedades físicas y mecánicas del acero estructural utilizado para el diseño, se encuentran descritas anteriormente en el punto 4.1.1.

- El proyecto al estar emplazado en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, estará inmerso en la Zona Sísmica número 2 del país.
- Para el cálculo de los períodos de la estructura, se obtendrán inicialmente del análisis modal del software de elementos finitos, luego estos periodos serán analizados de acuerdo a lo estipulado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios” según el modal espectral.

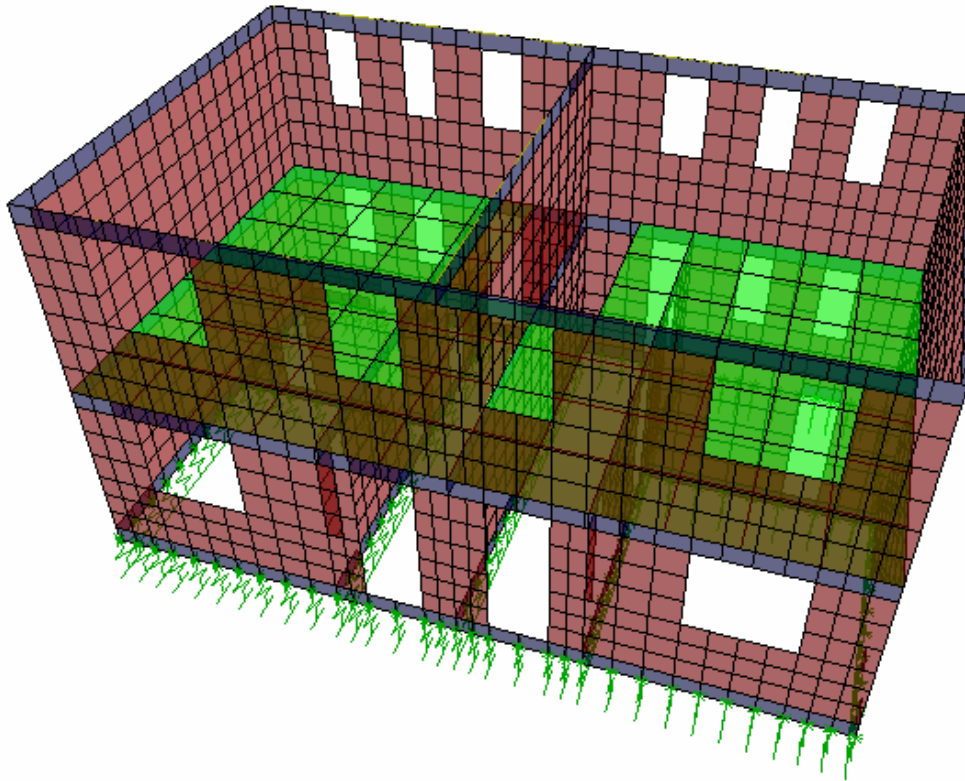
### **4.3 Modelación**

La modelación comienza con un requerimiento específico, que es simplificar el análisis estructural mediante un software estructural en base a elementos finitos. Luego de contar con la estructuración definida y simplificada, comenzamos a emplear el software de la siguiente forma:

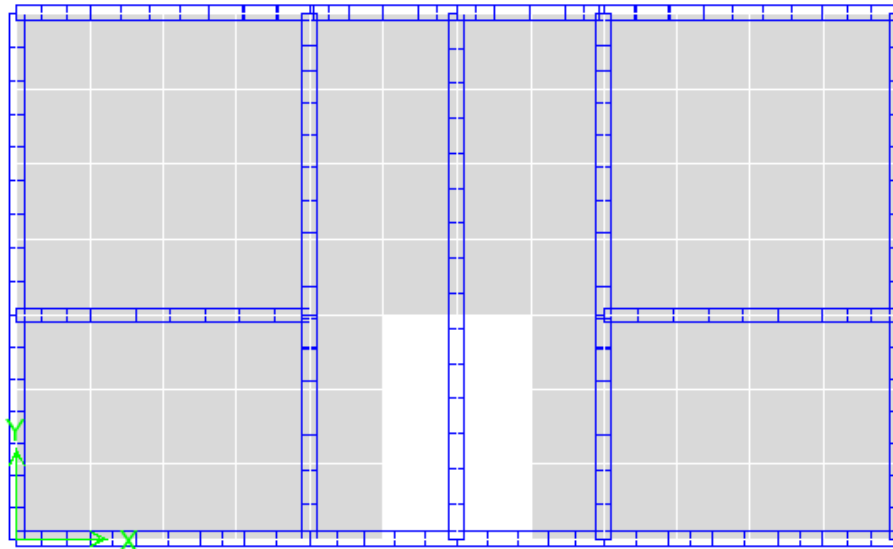
En primera instancia se ingresan las propiedades, tanto físicas como mecánicas del material, que en este caso corresponde a albañilería y hormigón armado.

Para la realización del modelo, se procede a dibujar los elementos Shell que componen los muros de albañilería, vigas, cadenas y vigas de sobrecimientos.





**Fig. Nº 1.- Vista Isométrica de Estructura**



**Fig. Nº 2.- Vista Planta de Estructura**

## 4.4 Materiales

**Material Property Data**

**Material Name** H20

**Display Color**  
Color

**Type of Material**  
☒ Isotropic 
 ☐ Orthotropic

**Type of Design**  
 Design Concrete

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 2.448E-06  |
| Weight per unit Volume     | 2.403E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 253105.065 |
| Poisson's Ratio            | 0.2        |
| Coeff of Thermal Expansion | 9.900E-06  |
| Shear Modulus              | 105460.444 |

**Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)**

|   |       |
|---|-------|
| Specified Conc Comp Strength, f'c             | 160.  |
| Bending Reinf. Yield Stress, fy               | 4200. |
| Shear Reinf. Yield Stress, fys                | 4200. |
| <input type="checkbox"/> Lightweight Concrete |       |
| Shear Strength Reduc. Factor                  |       |

OK Cancel

**Fig. N° 3.- Propiedades Mecánicas Hormigón kgf-cm**

**Material Property Data**

**Material Name** ALBA

**Display Color**  
Color

**Type of Material**  
☒ Isotropic 
 ☐ Orthotropic

**Type of Design**  
 Design None

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 1.680E-06  |
| Weight per unit Volume     | 1.650E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 60000.     |
| Poisson's Ratio            | 0.3        |
| Coeff of Thermal Expansion | 1.170E-05  |
| Shear Modulus              | 23076.9231 |

**Design Property Data**

OK Cancel

**Fig. N° 4.- Propiedades Mecánicas Albañilería kgf-cm**

## 4.5 Estados de Carga

### 4.5.1 Peso Propio

➤ Metodología de cálculo

- El peso propio de la estructura es entregado por defecto mediante el software de elementos finitos y los demás elementos no modelados, se ingresan a este, como cargas.

- Peso propio Piso Flexible: 80 kgf/m<sup>2</sup>

- Peso propio relleno estucos: 40 kgf/m<sup>2</sup>

### 4.5.2 Sobrecargas de uso

➤ Metodología de cálculo

Las sobrecargas de uso empleadas son:

- Sobrecarga Uso 200 kgf/m<sup>2</sup>

- Sobrecarga de techo

Esta carga según lo indica la NCh 1537 Of.2009 corresponde a:

$$q_k = 100 \left( \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \right)$$

La que puede ser reducida si cumple con los requisitos mencionados en dicha norma.

Reducción de sobrecarga de techo según la siguiente formula:

$$q_{kred} = C_0 \cdot C_A \cdot q_k$$

En donde:

$C_0$  = Coeficiente de reducción por pendiente de techo;

$C_A$  = Coeficiente de reducción por área tributaria.

La pendiente del techo aplicada corresponde a 78,12%, por lo que:

$$q_{kred} = 30 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

#### 4.5.3 Sobrecargas de Nieve

Según la NCh 431 Of. 77 “Construcción – Sobrecargas de Nieve” indica la sobrecarga de nieve que se debe aplicar al diseño de las estructuras ubicadas en todo el territorio nacional, excluyendo el territorio Antártico Chileno:

A partir de la altitud y latitud geográfica de la estructura, se puede determinar la sobrecarga a aplicar.

El Proyecto “Vivienda Unifamiliar” como se menciona anteriormente se emplazara en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana, por lo que las coordenadas geográficas aproximadas de su ubicación corresponden a:

Latitud 33° 27' aprox.

Altitud 558 m. aprox.

Estos datos son interpretados a través de la tabla 2 de la Nch431 Of.77 obteniendo una Sobrecarga básica mínima de nieve equivalente a  $25 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$

aplicada al techo en el eje Z proyectado.

**Nota: Sobrecarga de techo controla el diseño por ser superior a sobrecarga de nieve.**

#### 4.5.4 Peso propio techumbre

Las cargas de techumbre empleadas son:

- Peso Propio Cubierta  $q_{cubierta} = 95 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cerchas  $q_{cerchas} = 15 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cielo  $q_{cielo} = 10 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$

#### **4.5.5 Análisis Sísmico**

➤ Metodología de cálculo

Según lo indicado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios” de acuerdo a la ubicación geográfica la estructura queda incluida en la Zona sísmica 2 y según lo indicado en la presente se optara por un suelo de clasificación tipo B.

De acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla; el “Proyecto Vivienda Unifamiliar” se clasifica en la Categoría II.

En relación a los antecedentes presentados anteriormente el método a emplear es el Análisis Modal Espectral.

Con los periodos (asociados a los modos con mayor masa trasnacional según dirección de análisis) encontrados y todos los demás parámetros, se determinan las sollicitaciones sísmicas de acuerdo a la NCh 433 Of. 96 MOD. 2009 “Diseño Sísmico de Edificios”, que será cargado en el software de elementos finitos y asociado a las masas participantes, de acuerdo a la que indica esta norma un 100% del peso propio y un 25% de sobrecarga de uso.

## 4.6 Combinaciones de Carga

### Estructura Hormigón Armado

Se utilizarán las combinaciones de carga dispuestas para el Método LRFD.  
ACI318-2008 y NCh3171 Of.2010

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| C1  | :1.4xD                   |
| C2  | :1.2xD + 1.6xL + 0.5Lr   |
| C3X | :1.2xD +- 1.4xEx + 1.0xL |
| C4Y | :1.2xD +- 1.4xEy + 1.0xL |
| C5X | :0.9xD +- 1.4xEx         |
| C6Y | :0.9xD +- 1.4xEy         |

Donde:

D: Cargas permanentes

Lr: Sobrecargas de uso techo

L: Sobrecarga de uso

E<sub>Y</sub> : Sismo de la estructura en eje Y

E<sub>X</sub> : Sismo de la estructura en eje X

## **Fundaciones**

Para el diseño geotécnico de las fundaciones, se consideraron las siguientes combinaciones de carga:

FUND :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL$   
FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL + 1.0xEx$   
FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL + 1.0xEy$

El momento volcante sísmico para el diseño de las fundaciones deberá calcularse con el 50% de la sollicitación establecida en NCh 433 Of. 1996 mod.2009.



## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el diseño estructural del “Proyecto Vivienda Unifamiliar Crescente Errazuriz” se presentan las siguientes conclusiones acerca de la estructuración final:

- Para los elementos de hormigón de la estructura y fundaciones, se ha especificado uno de grado H-20, con un nivel de confianza del 90%.
- Para el diseño de los elementos de albañilería se utiliza de manera conservadora el ladrillo: mnM.

mnM: Ladrillo cerámico hecho a mano, macizo en toda su masa, sin ninguna perforación ni hueco.

- Dados los parámetros de los materiales mencionados anteriormente, los parámetros del suelo utilizado y la ubicación, se ha realizado la estructuración del Proyecto Vivienda Unifamiliar, siguiendo a cabalidad lo especificado por la normativa.

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.

- Se presentan muros en ambas direcciones con problemas asociados a esfuerzos compresión simple y flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de 0.67 cm<sup>2</sup> en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.

- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 40 cm.

Altura fundación: 45 cm.

- Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.
- El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera utilizarse un menor valor que el máximo entregado por la Normativa Sísmica.

---

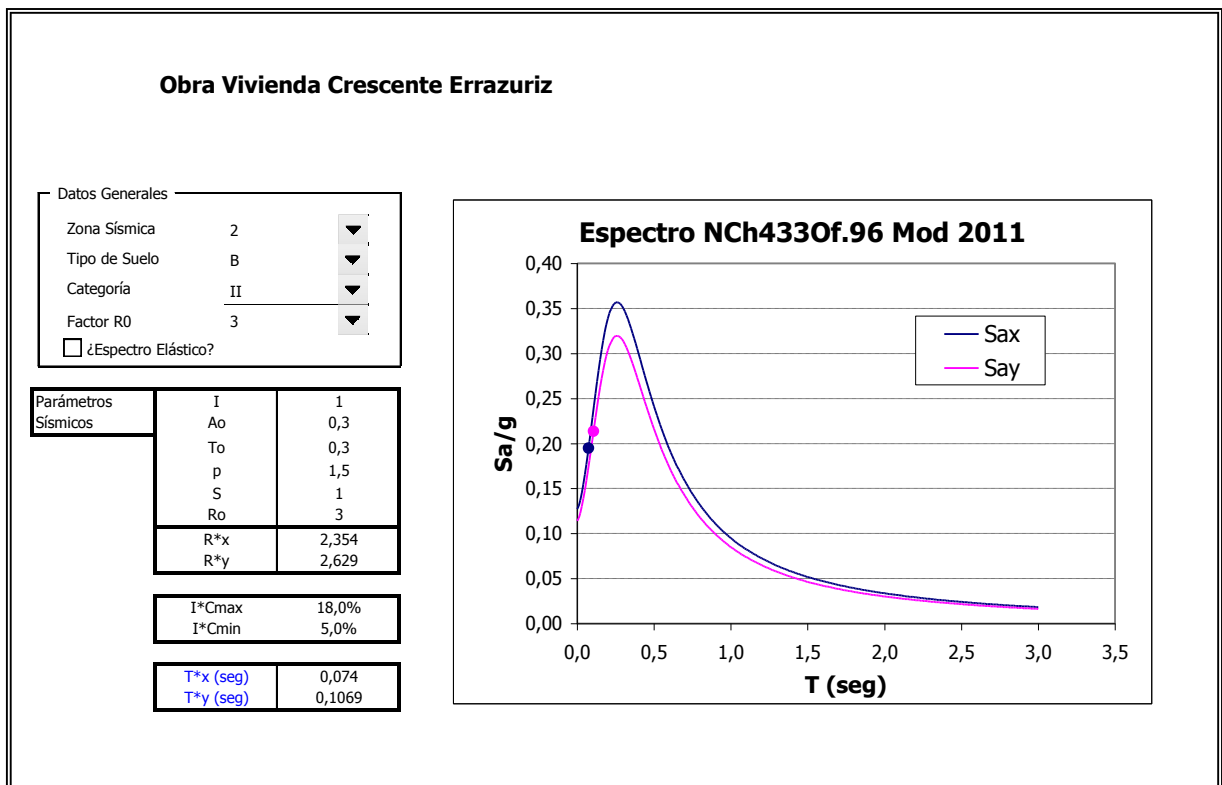
**RICHARD VÁSQUEZ B.**  
**INGENIERO CIVIL**

**ANEXO A**  
**ANALISIS SISMICO**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| Mode | Period   | UX      | UY      | UZ | SumUX   | SumUY   | SumUZ | RX     | RY      | RZ     | SumRX   | SumRY   | SumRZ  |
|------|----------|---------|---------|----|---------|---------|-------|--------|---------|--------|---------|---------|--------|
| 1    | 0,120982 | 17,113  | 0       | 0  | 17,113  | 0       | 0     | 0      | 24,5599 | 0,0001 | 0       | 24,5599 | 0,0001 |
| 2    | 0,115633 | 20,7515 | 0       | 0  | 37,8645 | 0       | 0     | 0      | 30,1201 | 0,0382 | 0       | 54,68   | 0,0382 |
| 3    | 0,112367 | 0       | 0,0579  | 0  | 37,8645 | 0,0579  | 0     | 0,08   | 0       | 0      | 0,08    | 54,68   | 0,0382 |
| 4    | 0,106905 | 0       | 70,5573 | 0  | 37,8645 | 70,6152 | 0     | 92,703 | 0       | 0      | 92,7831 | 54,68   | 0,0382 |
| 5    | 0,082197 | 1,2645  | 0       | 0  | 39,129  | 70,6152 | 0     | 0      | 1,2282  | 8,1075 | 92,7831 | 55,9082 | 8,1458 |
| 6    | 0,073973 | 44,0265 | 0       | 0  | 83,1555 | 70,6152 | 0     | 0      | 43,0049 | 0,0377 | 92,7831 | 98,9131 | 8,1835 |
| 7    | 0,066932 | 0       | 8,3849  | 0  | 83,1555 | 79,0002 | 0     | 6,7794 | 0       | 0      | 99,5624 | 98,9131 | 8,1835 |
| 8    | 0,045417 | 0       | 1,2008  | 0  | 83,1555 | 80,201  | 0     | 0,3608 | 0       | 0      | 99,9233 | 98,9131 | 8,1835 |
| 9    | 0,04222  | 3,2924  | 0       | 0  | 86,4479 | 80,201  | 0     | 0      | 0,1199  | 0,5582 | 99,9233 | 99,033  | 8,7417 |
| 10   | 0,02986  | 0       | 6,7906  | 0  | 86,448  | 86,9916 | 0     | 0,0161 | 0       | 0      | 99,9393 | 99,033  | 8,7417 |
| 11   | 0,023808 | 7,6752  | 0       | 0  | 94,1232 | 86,9917 | 0     | 0      | 0,1266  | 0,5435 | 99,9393 | 99,1595 | 9,2852 |
| 12   | 0,014441 | 0       | 8,3726  | 0  | 94,1232 | 95,3642 | 0     | 0,009  | 0       | 0      | 99,9483 | 99,1595 | 9,2852 |

**Fig. A-1      Modos de la Estructura**



**Fig. A-2      Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**OBRA VIVIENDA CRESCENTE ERRAZURIZ**

**CORTES BASALES Y AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL**

| Spec  | Mode | Dir | F1         | F2         | F3 | M1  | M2 | M3 |
|-------|------|-----|------------|------------|----|-----|----|----|
| SPECX | 1    | U1  | 0,7        | 0,0        | 0  | 0   | 4  | -2 |
| SPECX | 2    | U1  | 0,8        | 0,0        | 0  | 0   | 4  | -3 |
| SPECX | 3    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 4    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 5    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | -1 |
| SPECX | 6    | U1  | 1,3        | 0,0        | 0  | 0   | 6  | -5 |
| SPECX | 7    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 8    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 9    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 10   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 11   | U1  | 0,2        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | 12   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECX | All  | All | <b>2,0</b> | 0,0        | 0  | 0   | 10 | 7  |
| SPECY | 1    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 2    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 3    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 4    | U2  | 0,0        | 2,4        | 0  | -12 | 0  | 14 |
| SPECY | 5    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 6    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 7    | U2  | 0,0        | 0,2        | 0  | -1  | 0  | 1  |
| SPECY | 8    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 9    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 10   | U2  | 0,0        | 0,1        | 0  | 0   | 0  | 1  |
| SPECY | 11   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0   | 0  | 0  |
| SPECY | 12   | U2  | 0,0        | 0,2        | 0  | 0   | 0  | 1  |
| SPECY | All  | All | 0,0        | <b>2,4</b> | 0  | 12  | 0  | 14 |

Masa Sísmica : 169,72 ton  
 Corte Mínimo : 10,18 ton ( % Peso Sísmico)  
 Corte Máximo : 30,55 ton ( % Peso Sísmico)

Factor de Ampl. X: ➔ 14,975  
 Factor de Ampl. Y: ➔ 12,782

**Fig. A-3 Factor Amplificación Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**ANEXO B**  
**DISEÑO DE FUNDACIONES**

“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA CRESCENTE ERRAZURIZ

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | Límite (ton/m2)<br>10,000 |         |         |        |      |           | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------|---------|--------|------|-----------|--------------------|
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | qadm(env)                 | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) |                    |
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | T/M2                      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      |                    |
| F1   | 0,340       | 0,92       | 0,500    | 12,100   | <b>6,98</b> | <b>bajo</b>               | 36,3          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 24,2 | 0,041 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,112   | 0,056   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F2   | 0,340       | 0,24       | 0,500    | 4,030    | <b>5,74</b> | <b>bajo</b>               | 9,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,1  | 0,124 | 1,974 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,087   | 0,043   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F3   | 0,340       | 0,24       | 0,500    | 4,030    | <b>5,75</b> | <b>bajo</b>               | 9,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,1  | 0,124 | 1,974 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,087   | 0,043   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F4   | 0,340       | 0,86       | 0,500    | 12,100   | <b>6,63</b> | <b>bajo</b>               | 34,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 24,2 | 0,041 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,107   | 0,053   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F5   | 0,440       | 0,71       | 0,500    | 7,250    | <b>8,70</b> | <b>bajo</b>               | 28,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,140   | 0,070   | 10,000 | 15,0 | 6273      | <b>1380</b>        |
| F6   | 0,480       | 0,37       | 0,500    | 7,250    | <b>4,98</b> | <b>bajo</b>               | 14,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,080   | 0,040   | 10,000 | 15,0 | 6083      | <b>1460</b>        |
| F7   | 0,480       | 0,63       | 0,500    | 7,250    | <b>7,88</b> | <b>bajo</b>               | 25,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,127   | 0,063   | 11,000 | 16,5 | 6083      | <b>1460</b>        |
| F8   | 0,480       | 0,37       | 0,500    | 7,250    | <b>4,98</b> | <b>bajo</b>               | 14,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,080   | 0,040   | 12,000 | 18,0 | 6083      | <b>1460</b>        |
| F9   | 0,440       | 0,71       | 0,500    | 7,250    | <b>8,70</b> | <b>bajo</b>               | 28,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,140   | 0,070   | 13,000 | 19,5 | 6273      | <b>1380</b>        |

**Fig. B-1 Fundaciones Caso Estatico**

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA CRESCENTE ERRAZURIZ

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | Límite (ton/m2)<br>15,000 |         |         |        |      |           | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------|---------|--------|------|-----------|--------------------|
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | qadm(env)                 | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) |                    |
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | T/M2                      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      |                    |
| F1   | 0,340       | 1,04       | 0,500    | 12,100   | <b>7,78</b> | <b>bajo</b>               | 41,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 24,2 | 0,041 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,125   | 0,063   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F2   | 0,340       | 0,30       | 0,500    | 4,030    | <b>6,91</b> | <b>bajo</b>               | 11,9          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,1  | 0,124 | 1,974 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,104   | 0,052   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F3   | 0,340       | 0,30       | 0,500    | 4,030    | <b>6,91</b> | <b>bajo</b>               | 11,9          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,1  | 0,124 | 1,974 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,104   | 0,052   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F4   | 0,340       | 0,98       | 0,500    | 12,100   | <b>7,39</b> | <b>bajo</b>               | 38,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 24,2 | 0,041 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,119   | 0,059   | 10,000 | 15,0 | 6941      | <b>1180</b>        |
| F5   | 0,440       | 0,72       | 0,500    | 7,250    | <b>8,84</b> | <b>bajo</b>               | 28,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,142   | 0,071   | 10,000 | 15,0 | 6273      | <b>1380</b>        |
| F6   | 0,480       | 0,47       | 0,500    | 7,250    | <b>6,16</b> | <b>bajo</b>               | 18,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,099   | 0,050   | 10,000 | 15,0 | 6083      | <b>1460</b>        |
| F7   | 0,480       | 0,51       | 0,500    | 7,250    | <b>6,57</b> | <b>bajo</b>               | 20,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,106   | 0,053   | 10,000 | 15,0 | 6083      | <b>1460</b>        |
| F8   | 0,480       | 0,47       | 0,500    | 7,250    | <b>6,16</b> | <b>bajo</b>               | 18,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,099   | 0,050   | 10,000 | 15,0 | 6083      | <b>1460</b>        |
| F9   | 0,440       | 0,72       | 0,500    | 7,250    | <b>8,84</b> | <b>bajo</b>               | 28,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000                    | 0,142   | 0,071   | 10,000 | 15,0 | 6273      | <b>1380</b>        |

**Fig. B-2 Fundaciones Caso Sismo X**



“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA CRESCENTE ERRAZURIZ**

Límite (ton/m2)

15,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| F1   | 0,340       | 1,26       | 0,500    | 12,100   | <b>9,21</b> | <b>bajo</b>               | 49,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 24,2 | 0,041 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,148         | 0,074         | 10,000        | 15,0         | 6941              | <b>1180</b>        |
| F2   | 0,340       | 0,27       | 0,500    | 4,030    | <b>6,25</b> | <b>bajo</b>               | 10,6          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,1  | 0,124 | 1,974 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,094         | 0,047         | 10,000        | 15,0         | 6941              | <b>1180</b>        |
| F3   | 0,340       | 0,27       | 0,500    | 4,030    | <b>6,25</b> | <b>bajo</b>               | 10,6          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,1  | 0,124 | 1,974 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,094         | 0,047         | 10,000        | 15,0         | 6941              | <b>1180</b>        |
| F4   | 0,340       | 1,22       | 0,500    | 12,100   | <b>8,98</b> | <b>bajo</b>               | 48,3          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 24,2 | 0,041 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,144         | 0,072         | 10,000        | 15,0         | 6941              | <b>1180</b>        |
| F5   | 0,440       | 0,66       | 0,500    | 7,250    | <b>8,19</b> | <b>bajo</b>               | 26,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,132         | 0,066         | 10,000        | 15,0         | 6273              | <b>1380</b>        |
| F6   | 0,480       | 0,56       | 0,500    | 7,250    | <b>7,12</b> | <b>bajo</b>               | 22,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,114         | 0,057         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F7   | 0,480       | 0,63       | 0,500    | 7,250    | <b>7,81</b> | <b>bajo</b>               | 24,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,126         | 0,063         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F8   | 0,480       | 0,56       | 0,500    | 7,250    | <b>7,12</b> | <b>bajo</b>               | 22,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,114         | 0,057         | 10,000        | 15,0         | 6083              | <b>1460</b>        |
| F9   | 0,440       | 0,66       | 0,500    | 7,250    | <b>8,19</b> | <b>bajo</b>               | 26,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 14,5 | 0,069 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 15,000            | 0,132         | 0,066         | 10,000        | 15,0         | 6273              | <b>1380</b>        |

**Fig. B-3 Fundaciones Caso Sismo Y**

**ANEXO C**  
**DISEÑO DE MUROS ALBAÑILERÍA**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa    |                  |                                      | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                    |                                      | SIN INSPECCIÓN      |                       |                                      |                     |    |      | FLEXO-COMPRESIÓN |    |      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |
|------|------|-------------------|------------------|--------------------------------------|-------------|-------------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|---------------------|----|------|------------------|----|------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)       | D<br>(m)         | altura<br>muro<br>(m)                |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)       | M sis<br>(tm)<br>70,0%               | CORTE               |                       |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |    |      |                  |    |      |                   |                            |                          |
|      |      | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> |             | SIGMAtrab<br>(t/m2)     | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                     |    |      |                  |    |      |                   |                            |                          |
| X1   | 1    | 0,200             | 4,030            | 1,2                                  | 9,94        | 2                       | 3,92               | 1,59                                 | 5                   | 18                    | 0,27                                 | 12                  | 15 | 0,82 | 16               | 33 | 0,49 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X2   | 1    | 0,200             | 2,540            | 2,7                                  | 4,69        | 0                       | 4,01               | 5,939                                | 8                   | 16                    | 0,51                                 | 9                   | 14 | 0,64 | 29               | 33 | 0,86 |                   | OK                         | OK                       |
| X3   | 1    | 0,200             | 4,030            | 1,2                                  | 9,94        | 2                       | 3,91               | 1,589                                | 5                   | 18                    | 0,27                                 | 12                  | 15 | 0,82 | 16               | 33 | 0,49 |                   | OK                         | OK                       |
| X4   | 1    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 2,33        | 0,95                    | 1,1                | 0,657                                | 5                   | 16                    | 0,35                                 | 11                  | 15 | 0,77 | 28               | 33 | 0,84 |                   | OK                         | OK                       |
| X5   | 1    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 3,23        | 0,52                    | 1,2                | 0,981                                | 7                   | 14                    | 0,48                                 | 18                  | 15 | 1,20 | 45               | 33 | 1,37 |                   | OK                         | OK                       |
| X6   | 1    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 3,3         | 0,91                    | 1,2                | 1,043                                | 7                   | 13                    | 0,49                                 | 18                  | 15 | 1,23 | 49               | 33 | 1,48 |                   | OK                         | OK                       |
| X7   | 1    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 3,3         | 0,91                    | 1,2                | 1,042                                | 7                   | 13                    | 0,49                                 | 18                  | 15 | 1,23 | 49               | 33 | 1,48 |                   | OK                         | OK                       |
| X8   | 1    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 3,23        | 0,52                    | 1,2                | 0,98                                 | 7                   | 14                    | 0,48                                 | 18                  | 15 | 1,20 | 45               | 33 | 1,37 |                   | OK                         | OK                       |
| X9   | 1    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 2,33        | 0,95                    | 1,1                | 0,656                                | 5                   | 16                    | 0,35                                 | 11                  | 15 | 0,77 | 28               | 33 | 0,84 | OK                | OK                         |                          |
| X10  | 2    | 0,200             | 12,100           | 1,5                                  | 13,28       | 0                       | 7,16               | 3,383                                | 3                   | 18                    | 0,16                                 | 5                   | 15 | 0,37 | 6                | 33 | 0,18 | OK                | OK                         |                          |
| X11  | 2    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 0,81        | 0,17                    | 0,22               | 0,132                                | 1                   | 15                    | 0,07                                 | 4                   | 15 | 0,27 | 7                | 33 | 0,22 | OK                | OK                         |                          |
| X12  | 2    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 1,06        | 0,1                     | 0,52               | 0,444                                | 3                   | 14                    | 0,21                                 | 6                   | 15 | 0,40 | 18               | 33 | 0,54 | OK                | OK                         |                          |
| X13  | 2    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 1,2         | 0,17                    | 0,79               | 0,645                                | 4                   | 14                    | 0,32                                 | 7                   | 15 | 0,45 | 24               | 33 | 0,73 | OK                | OK                         |                          |
| X14  | 2    | 0,200             | 2,540            | 1,5                                  | 2,15        | 0                       | 2,4                | 1,284                                | 5                   | 17                    | 0,27                                 | 4                   | 15 | 0,28 | 8                | 33 | 0,25 | OK                | OK                         |                          |
| X15  | 2    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 1,2         | 0,17                    | 0,79               | 0,645                                | 4                   | 14                    | 0,32                                 | 7                   | 15 | 0,45 | 24               | 33 | 0,73 | OK                | OK                         |                          |
| X16  | 2    | 0,200             | 0,900            | 1,5                                  | 1,06        | 0,1                     | 0,52               | 0,444                                | 3                   | 14                    | 0,21                                 | 6                   | 15 | 0,40 | 18               | 33 | 0,54 | OK                | OK                         |                          |
| X17  | 2    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 0,81        | 0,17                    | 0,22               | 0,132                                | 1                   | 15                    | 0,07                                 | 4                   | 15 | 0,27 | 7                | 33 | 0,22 | OK                | OK                         |                          |
| X18  | 1    | 0,200             | 1,020            | 2,7                                  | 0,94        | 0,77                    | 0,96               | 0,381                                | 5                   | 17                    | 0,28                                 | 5                   | 14 | 0,32 | 15               | 33 | 0,45 | OK                | OK                         |                          |
| X19  | 1    | 0,200             | 2,400            | 2,7                                  | 2,61        | 0,82                    | 1,9                | 1,629                                | 4                   | 17                    | 0,24                                 | 5                   | 14 | 0,38 | 13               | 33 | 0,38 | OK                | OK                         |                          |
| X20  | 1    | 0,200             | 2,400            | 2,7                                  | 2,61        | 0,82                    | 1,91               | 1,637                                | 4                   | 17                    | 0,24                                 | 5                   | 14 | 0,38 | 13               | 33 | 0,38 | OK                | OK                         |                          |
| X21  | 1    | 0,200             | 1,020            | 2,7                                  | 0,94        | 0,77                    | 0,96               | 0,38                                 | 5                   | 17                    | 0,28                                 | 5                   | 14 | 0,32 | 15               | 33 | 0,45 | OK                | OK                         |                          |
| X22  | 1    | 0,200             | 4,560            | 1,2                                  | 10,43       | 1,81                    | 5,09               | 2,184                                | 6                   | 18                    | 0,31                                 | 11                  | 15 | 0,77 | 15               | 33 | 0,45 | OK                | OK                         |                          |
| X23  | 1    | 0,200             | 1,060            | 2,7                                  | 2,8         | 0                       | 1,44               | 1,878                                | 7                   | 13                    | 0,51                                 | 13                  | 14 | 0,92 | 48               | 33 | 1,46 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X24  | 1    | 0,200             | 4,560            | 1,2                                  | 10,43       | 1,82                    | 5,09               | 2,183                                | 6                   | 18                    | 0,31                                 | 11                  | 15 | 0,77 | 15               | 33 | 0,45 | OK                | OK                         |                          |
| X25  | 1    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 2,69        | 1,06                    | 1,46               | 0,838                                | 7                   | 16                    | 0,46                                 | 13                  | 15 | 0,88 | 34               | 33 | 1,02 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X26  | 1    | 0,200             | 1,910            | 1,5                                  | 6,8         | 2,68                    | 3,44               | 3,69                                 | 9                   | 16                    | 0,58                                 | 18                  | 15 | 1,19 | 44               | 33 | 1,33 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X28  | 1    | 0,200             | 1,910            | 1,5                                  | 6,8         | 2,68                    | 3,44               | 3,69                                 | 9                   | 16                    | 0,58                                 | 18                  | 15 | 1,19 | 44               | 33 | 1,33 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X29  | 1    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 2,69        | 1,06                    | 1,46               | 0,838                                | 7                   | 16                    | 0,46                                 | 13                  | 15 | 0,88 | 34               | 33 | 1,02 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X30  | 2    | 0,200             | 12,100           | 1,5                                  | 12,2        | 0                       | 7,62               | 2,65                                 | 3                   | 18                    | 0,17                                 | 5                   | 15 | 0,34 | 5                | 33 | 0,16 | OK                | OK                         |                          |
| X31  | 2    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 1,25        | 0,24                    | 0,35               | 0,153                                | 2                   | 16                    | 0,10                                 | 6                   | 15 | 0,41 | 10               | 33 | 0,30 | OK                | OK                         |                          |
| X32  | 2    | 0,200             | 1,910            | 1,5                                  | 2,24        | 0,51                    | 1,86               | 1,095                                | 5                   | 17                    | 0,29                                 | 6                   | 15 | 0,39 | 13               | 33 | 0,40 | OK                | OK                         |                          |
| X33  | 2    | 0,200             | 1,060            | 1,5                                  | 1,32        | 0                       | 1,49               | 1,017                                | 7                   | 15                    | 0,46                                 | 6                   | 15 | 0,42 | 25               | 33 | 0,76 | OK                | OK                         |                          |
| X34  | 2    | 0,200             | 1,910            | 1,5                                  | 2,24        | 0,51                    | 1,86               | 1,095                                | 5                   | 17                    | 0,29                                 | 6                   | 15 | 0,39 | 13               | 33 | 0,40 | OK                | OK                         |                          |
| X35  | 2    | 0,200             | 1,020            | 1,5                                  | 1,25        | 0,24                    | 0,35               | 0,153                                | 2                   | 16                    | 0,10                                 | 6                   | 15 | 0,41 | 10               | 33 | 0,30 | OK                | OK                         |                          |

**Fig. C-1 Diseño Muros Albañilería Top X**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    | FLEXO-COMPRESIÓN                     |    |    | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |    |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|----|----|-------------------|----------------------------|--------------------------|----|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |    |    |                   |                            |                          |    |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |    |    |                   |                            |                          |    |
| X1   | 1    | 0,200          | 4,030    | 1,2                   | 11,73       | 1,8                     | 4,08         | 2,394                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 15                  | 15                 | 0,97                                 | 19 | 33 | 0,58              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X2   | 1    | 0,200          | 2,540    | 2,7                   | 8,06        | 0                       | 4,36         | 5,431                  | 9                 | 16               | 0,54                                 | 16                  | 14                 | 1,10                                 | 34 | 33 | 1,01              |                            | OK                       | OK |
| X3   | 1    | 0,200          | 4,030    | 1,2                   | 11,73       | 1,8                     | 4,07         | 2,395                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 15                  | 15                 | 0,97                                 | 19 | 33 | 0,58              |                            | OK                       | OK |
| X4   | 1    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 3,31        | 0,19                    | 1,11         | 0,501                  | 5                 | 16               | 0,33                                 | 16                  | 15                 | 1,09                                 | 27 | 33 | 0,81              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X5   | 1    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 3,78        | 0,52                    | 1,25         | 0,861                  | 7                 | 15               | 0,48                                 | 21                  | 15                 | 1,41                                 | 45 | 33 | 1,37              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X6   | 1    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 2,92        | 1,4                     | 1,41         | 0,775                  | 8                 | 15               | 0,51                                 | 16                  | 15                 | 1,09                                 | 42 | 33 | 1,26              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X7   | 1    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 2,92        | 1,4                     | 1,41         | 0,775                  | 8                 | 15               | 0,51                                 | 16                  | 15                 | 1,09                                 | 42 | 33 | 1,26              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X8   | 1    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 3,78        | 0,52                    | 1,25         | 0,861                  | 7                 | 15               | 0,48                                 | 21                  | 15                 | 1,41                                 | 45 | 33 | 1,37              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X9   | 1    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 3,31        | 0,19                    | 1,11         | 0,501                  | 5                 | 16               | 0,33                                 | 16                  | 15                 | 1,09                                 | 27 | 33 | 0,81              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X10  | 2    | 0,200          | 12,100   | 1,5                   | 20,66       | 0                       | 8,35         | 14,647                 | 3                 | 18               | 0,19                                 | 9                   | 15                 | 0,57                                 | 11 | 33 | 0,32              |                            | OK                       | OK |
| X11  | 2    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 1,53        | 0,21                    | 0,42         | 0,253                  | 2                 | 15               | 0,13                                 | 8                   | 15                 | 0,50                                 | 13 | 33 | 0,40              |                            | OK                       | OK |
| X12  | 2    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 1,61        | 0,1                     | 0,61         | 0,406                  | 3                 | 15               | 0,23                                 | 9                   | 15                 | 0,60                                 | 20 | 33 | 0,60              |                            | OK                       | OK |
| X13  | 2    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 1,76        | 0,17                    | 0,88         | 0,61                   | 5                 | 15               | 0,34                                 | 10                  | 15                 | 0,66                                 | 26 | 33 | 0,79              |                            | OK                       | OK |
| X14  | 2    | 0,200          | 2,540    | 1,5                   | 3,54        | 0                       | 2,85         | 2,693                  | 6                 | 17               | 0,34                                 | 7                   | 15                 | 0,47                                 | 16 | 33 | 0,48              |                            | OK                       | OK |
| X15  | 2    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 1,76        | 0,17                    | 0,88         | 0,609                  | 5                 | 15               | 0,34                                 | 10                  | 15                 | 0,66                                 | 26 | 33 | 0,79              |                            | OK                       | OK |
| X16  | 2    | 0,200          | 0,900    | 1,5                   | 1,61        | 0,1                     | 0,61         | 0,406                  | 3                 | 15               | 0,23                                 | 9                   | 15                 | 0,60                                 | 20 | 33 | 0,60              |                            | OK                       | OK |
| X17  | 2    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 1,53        | 0,21                    | 0,42         | 0,253                  | 2                 | 15               | 0,13                                 | 8                   | 15                 | 0,50                                 | 13 | 33 | 0,40              |                            | OK                       | OK |
| X18  | 1    | 0,200          | 1,020    | 2,7                   | 4,07        | 0,31                    | 0,65         | 0,457                  | 3                 | 15               | 0,21                                 | 20                  | 14                 | 1,38                                 | 30 | 33 | 0,91              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X19  | 1    | 0,200          | 2,400    | 2,7                   | 5,14        | 1,16                    | 2,21         | 1,753                  | 5                 | 17               | 0,27                                 | 11                  | 14                 | 0,74                                 | 19 | 33 | 0,57              |                            | OK                       | OK |
| X20  | 1    | 0,200          | 2,400    | 2,7                   | 5,15        | 1,16                    | 2,22         | 1,761                  | 5                 | 17               | 0,27                                 | 11                  | 14                 | 0,74                                 | 19 | 33 | 0,57              |                            | OK                       | OK |
| X21  | 1    | 0,200          | 1,020    | 2,7                   | 4,07        | 0,31                    | 0,65         | 0,456                  | 3                 | 15               | 0,21                                 | 20                  | 14                 | 1,38                                 | 30 | 33 | 0,91              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X22  | 1    | 0,200          | 4,560    | 1,2                   | 12,23       | 1,05                    | 5,55         | 4,098                  | 6                 | 18               | 0,34                                 | 13                  | 15                 | 0,90                                 | 18 | 33 | 0,55              |                            | OK                       | OK |
| X23  | 1    | 0,200          | 1,060    | 2,7                   | 4,61        | 0                       | 1,51         | 2,015                  | 7                 | 13               | 0,54                                 | 22                  | 14                 | 1,51                                 | 59 | 33 | 1,79              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X24  | 1    | 0,200          | 4,560    | 1,2                   | 12,23       | 1,05                    | 5,55         | 4,099                  | 6                 | 18               | 0,34                                 | 13                  | 15                 | 0,90                                 | 18 | 33 | 0,55              |                            | OK                       | OK |
| X25  | 1    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 4,04        | 0,35                    | 1,43         | 0,676                  | 7                 | 16               | 0,43                                 | 20                  | 15                 | 1,33                                 | 35 | 33 | 1,05              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X26  | 1    | 0,200          | 1,910    | 1,5                   | 6,51        | 2,24                    | 3,53         | 1,858                  | 9                 | 17               | 0,54                                 | 17                  | 15                 | 1,14                                 | 32 | 33 | 0,96              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X28  | 1    | 0,200          | 1,910    | 1,5                   | 6,51        | 2,24                    | 3,53         | 1,858                  | 9                 | 17               | 0,54                                 | 17                  | 15                 | 1,14                                 | 32 | 33 | 0,96              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X29  | 1    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 4,04        | 0,35                    | 1,43         | 0,675                  | 7                 | 16               | 0,43                                 | 20                  | 15                 | 1,33                                 | 35 | 33 | 1,05              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X30  | 2    | 0,200          | 12,100   | 1,5                   | 19,26       | 0                       | 8,84         | 16,31                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 10 | 33 | 0,31              |                            | OK                       | OK |
| X31  | 2    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 1,95        | 0,43                    | 0,58         | 0,4                    | 3                 | 15               | 0,19                                 | 10                  | 15                 | 0,64                                 | 19 | 33 | 0,58              |                            | OK                       | OK |
| X32  | 2    | 0,200          | 1,910    | 1,5                   | 3,41        | 0,51                    | 2,06         | 1,847                  | 5                 | 16               | 0,33                                 | 9                   | 15                 | 0,60                                 | 20 | 33 | 0,62              |                            | OK                       | OK |
| X33  | 2    | 0,200          | 1,060    | 1,5                   | 1,68        | 0                       | 1,72         | 1,418                  | 8                 | 14               | 0,56                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 34 | 33 | 1,04              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X34  | 2    | 0,200          | 1,910    | 1,5                   | 3,41        | 0,51                    | 2,06         | 1,847                  | 5                 | 16               | 0,33                                 | 9                   | 15                 | 0,60                                 | 20 | 33 | 0,62              |                            | OK                       | OK |
| X35  | 2    | 0,200          | 1,020    | 1,5                   | 1,95        | 0,43                    | 0,58         | 0,399                  | 3                 | 15               | 0,19                                 | 10                  | 15                 | 0,64                                 | 19 | 33 | 0,58              |                            | OK                       | OK |

Fig. C-2 Diseño Muros Albañilería Botton X

“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                   |                            |                          |                     |                       |                                      |
| Y1   | 1    | 0,200          | 7,250    | 2,7                   | 16,31       | 0,16                    | 7,12         | 5,033                  | 5                 | 18               | 0,27                                 | 11                  | 14                 | 0,78                                 | 13                | 33                         | 0,40                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y2   | 2    | 0,200          | 7,250    | 3                     | 5,87        | 0,02                    | 3,79         | 2,054                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 4                   | 14                 | 0,28                                 | 5                 | 33                         | 0,15                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y3   | 1    | 0,200          | 1,430    | 2,7                   | 1,93        | 0,79                    | 0,51         | 0,345                  | 2                 | 16               | 0,11                                 | 7                   | 14                 | 0,47                                 | 12                | 33                         | 0,37                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y4   | 1    | 0,200          | 1,430    | 2,7                   | 1,52        | 0,04                    | 0,94         | 1,294                  | 3                 | 13               | 0,24                                 | 5                   | 14                 | 0,37                                 | 19                | 33                         | 0,56                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y5   | 1    | 0,200          | 2,220    | 2,7                   | 2,95        | 0,36                    | 1,31         | 1,626                  | 3                 | 16               | 0,19                                 | 7                   | 14                 | 0,46                                 | 14                | 33                         | 0,43                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y6   | 1    | 0,200          | 0,440    | 2,7                   | 0,26        | 0,37                    | 0,12         | 0,017                  | 1                 | 17               | 0,08                                 | 3                   | 14                 | 0,20                                 | 8                 | 33                         | 0,23                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y7   | 1    | 0,200          | 7,250    | 3                     | 13,55       | 0,23                    | 7,97         | 2,898                  | 5                 | 18               | 0,30                                 | 9                   | 14                 | 0,66                                 | 11                | 33                         | 0,32                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y8   | 2    | 0,200          | 7,250    | 2,7                   | 2,56        | 0,04                    | 4,42         | 2,525                  | 3                 | 18               | 0,17                                 | 2                   | 14                 | 0,12                                 | 3                 | 33                         | 0,08                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y9   | 1    | 0,200          | 1,430    | 2,7                   | 1,93        | 0,79                    | 0,51         | 0,345                  | 2                 | 16               | 0,11                                 | 7                   | 14                 | 0,47                                 | 12                | 33                         | 0,37                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y10  | 1    | 0,200          | 1,300    | 2,7                   | 1,52        | 0,04                    | 0,94         | 1,294                  | 4                 | 13               | 0,27                                 | 6                   | 14                 | 0,41                                 | 22                | 33                         | 0,67                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y11  | 1    | 0,200          | 2,220    | 2,7                   | 2,95        | 0,36                    | 1,31         | 1,626                  | 3                 | 16               | 0,19                                 | 7                   | 14                 | 0,46                                 | 14                | 33                         | 0,43                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y12  | 1    | 0,200          | 0,440    | 2,7                   | 0,26        | 0,37                    | 0,12         | 0,017                  | 1                 | 17               | 0,08                                 | 3                   | 14                 | 0,20                                 | 8                 | 33                         | 0,23                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y13  | 1    | 0,200          | 7,250    | 2,7                   | 16,31       | 0,16                    | 7,12         | 5,034                  | 5                 | 18               | 0,27                                 | 11                  | 14                 | 0,78                                 | 13                | 33                         | 0,40                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y14  | 2    | 0,200          | 7,250    | 3                     | 5,87        | 0,02                    | 3,79         | 2,054                  | 3                 | 18               | 0,14                                 | 4                   | 14                 | 0,28                                 | 5                 | 33                         | 0,15                     |                     | OK                    | OK                                   |

**Fig. C-3 Diseño Muros Albañilería Top Y**

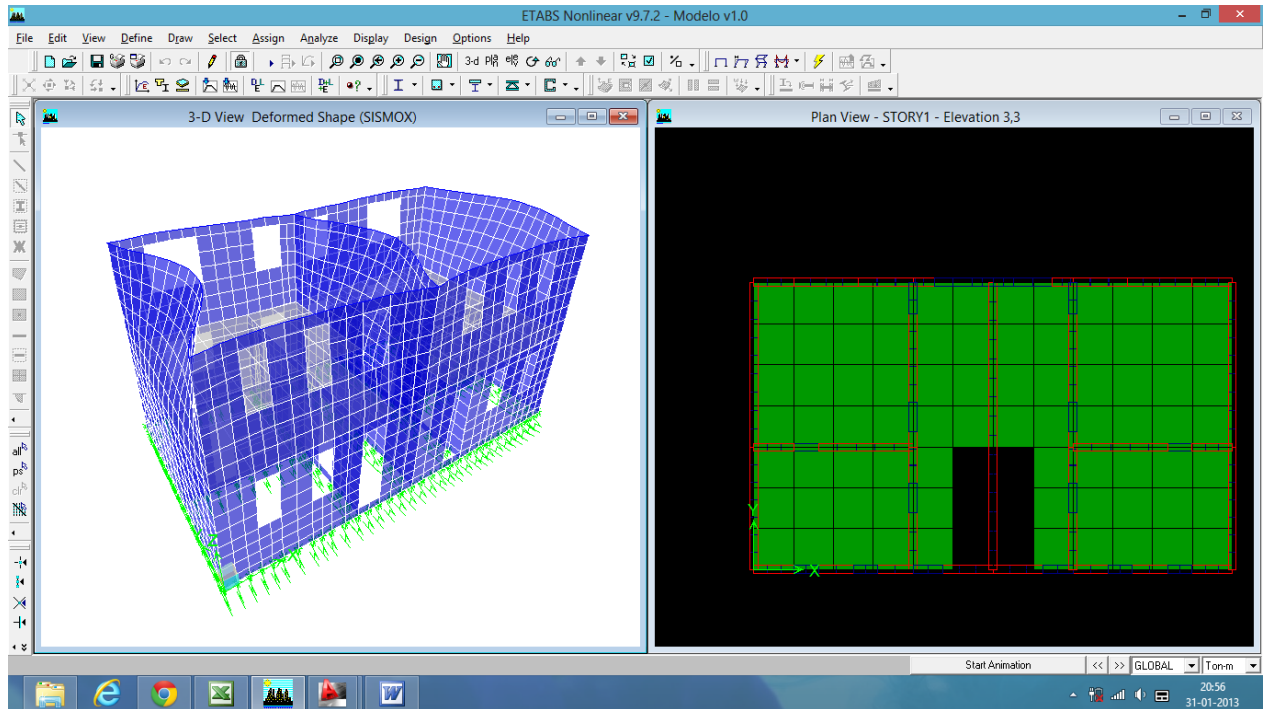
"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |                     |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESION ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                   |                            |                          |                     |                       |                                      |
| Y1   | 1    | 0,200          | 7,250    | 2,7                   | 20,6        | 0,14                    | 7,67         | 11,326                 | 5                 | 18               | 0,30                                 | 14                  | 14                 | 0,98                                 | 19                | 33                         | 0,57                     | ii MALO !!          | OK                    | OK                                   |
| Y2   | 2    | 0,200          | 7,250    | 3                     | 14,84       | 0,1                     | 6,01         | 6,786                  | 4                 | 18               | 0,23                                 | 10                  | 14                 | 0,72                                 | 13                | 33                         | 0,39                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y3   | 1    | 0,200          | 1,430    | 2,7                   | 4,97        | 0,54                    | 0,47         | 0,625                  | 2                 | 14               | 0,12                                 | 17                  | 14                 | 1,20                                 | 25                | 33                         | 0,76                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y4   | 1    | 0,200          | 1,430    | 2,7                   | 3,09        | 0,21                    | 1,12         | 1,495                  | 4                 | 14               | 0,29                                 | 11                  | 14                 | 0,75                                 | 27                | 33                         | 0,81                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y5   | 1    | 0,200          | 2,220    | 2,7                   | 5,4         | 0,36                    | 1,47         | 2,161                  | 3                 | 15               | 0,22                                 | 12                  | 14                 | 0,84                                 | 22                | 33                         | 0,66                     | ii MALO !!          | OK                    | OK                                   |
| Y6   | 1    | 0,200          | 0,440    | 2,7                   | 2,67        | 0,47                    | 0,09         | 0,033                  | 1                 | 14               | 0,07                                 | 30                  | 14                 | 2,10                                 | 38                | 33                         | 1,14                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y7   | 1    | 0,200          | 7,250    | 3                     | 20,39       | 0,33                    | 8,52         | 11,534                 | 6                 | 18               | 0,33                                 | 14                  | 14                 | 0,99                                 | 19                | 33                         | 0,57                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y8   | 2    | 0,200          | 7,250    | 2,7                   | 12,21       | 0,18                    | 7,1          | 5,046                  | 5                 | 18               | 0,27                                 | 8                   | 14                 | 0,58                                 | 11                | 33                         | 0,32                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y9   | 1    | 0,200          | 1,430    | 2,7                   | 4,97        | 0,54                    | 0,47         | 0,626                  | 2                 | 14               | 0,12                                 | 17                  | 14                 | 1,20                                 | 25                | 33                         | 0,76                     | ii MALO !!          | OK                    | OK                                   |
| Y10  | 1    | 0,200          | 1,300    | 2,7                   | 3,09        | 0,21                    | 1,12         | 1,495                  | 4                 | 13               | 0,32                                 | 12                  | 14                 | 0,82                                 | 31                | 33                         | 0,94                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y11  | 1    | 0,200          | 2,220    | 2,7                   | 5,4         | 0,36                    | 1,47         | 2,161                  | 3                 | 15               | 0,22                                 | 12                  | 14                 | 0,84                                 | 22                | 33                         | 0,66                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y12  | 1    | 0,200          | 0,440    | 2,7                   | 2,67        | 0,47                    | 0,09         | 0,033                  | 1                 | 14               | 0,07                                 | 30                  | 14                 | 2,10                                 | 38                | 33                         | 1,14                     |                     | OK                    | OK                                   |
| Y13  | 1    | 0,200          | 7,250    | 2,7                   | 20,6        | 0,14                    | 7,67         | 11,326                 | 5                 | 18               | 0,30                                 | 14                  | 14                 | 0,98                                 | 19                | 33                         | 0,57                     | ii MALO !!          | OK                    | OK                                   |
| Y14  | 2    | 0,200          | 7,250    | 3                     | 14,84       | 0,1                     | 6,01         | 6,787                  | 4                 | 18               | 0,23                                 | 10                  | 14                 | 0,72                                 | 13                | 33                         | 0,39                     |                     | OK                    | OK                                   |

**Fig. C-4 Diseño Muros Albañilería Botton Y**

**ANEXO D**  
**DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**



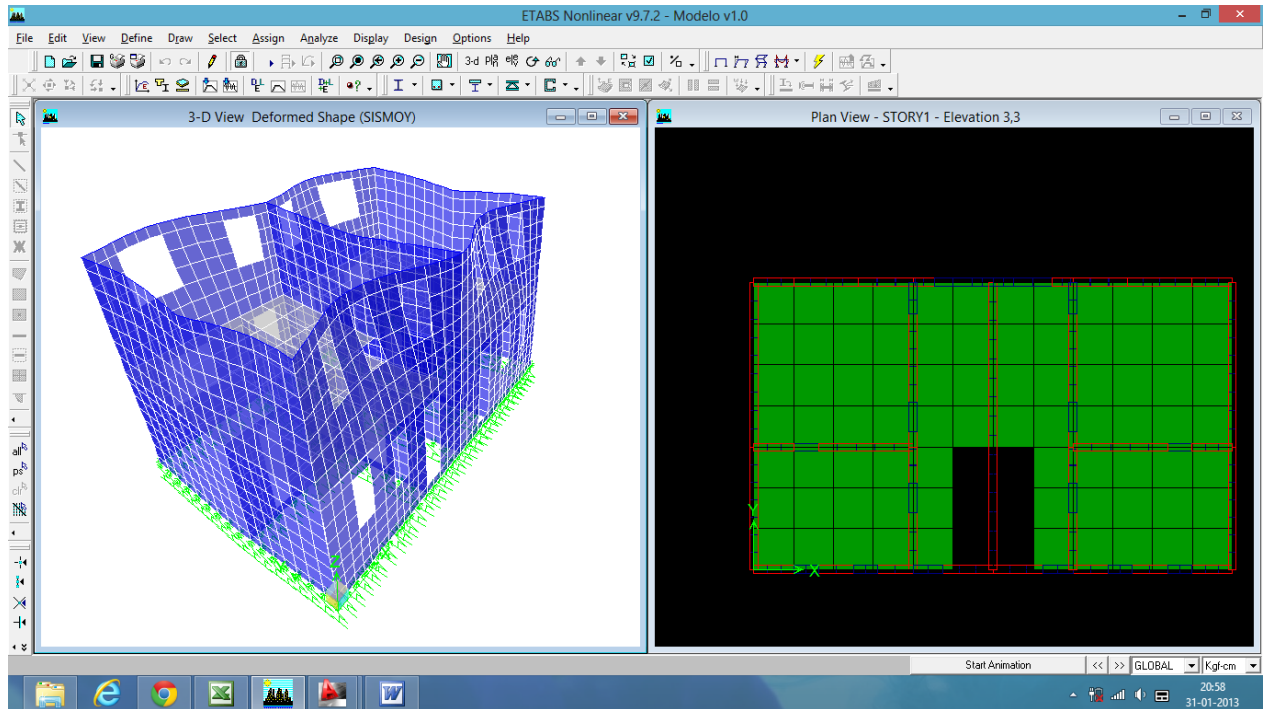
**Fig. D-1 Deformada de la Estructura Sismo X**

**TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X, en cm.**

| Story    | Point | Load   | UX     | UY | UZ | RX | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|----|----|----|---------|---------|
| STORY1-1 | 1035  | SISMOX | 0,4065 | 0  | 0  | 0  | 0,00113 | 0,00022 |



**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**



**Fig. D-2 Deformada de la Estructura Sismo Y**

**TABLA D-2 Deformación Máxima sismo sismo Y, en cm.**

| Story    | Point | Load   | UX     | UY    | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|-------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1-1 | 864   | SISMOY | 0,0016 | 0,206 | 0,0403 | 0,00041 | 0,00002 | 0,00007 |

**ANEXO E**  
**DISEÑO DE CERCHA TIPO**

## DISEÑO DE CERCHA TIPO

Toda la estructura de techo se realiza con madera ROBLE, de Grado Estructural N°4. Los esfuerzos se calculan haciendo un modelo bidimensional contenido en su plano y las cargas admisibles se determinan según la norma NCh 1198 of 2006.

Los resultados de carga de la cercha tipo, son analizados calculando la envolvente de cargas normal y eventual, siendo la normal la suma del peso propio y la sobrecarga, y la eventual la suma de las cargas de viento, montaje y peso propio.

**El detalle de cada carga es el siguiente:**

- Peso propio (PP):  $130 \text{ kg/m}^2$
- Sobrecarga de Uso (SC):  $30 \text{ kg/m}^2$
- Montaje (M):  $100 \text{ kg}$
- Viento barlovento:  $1.2 * (\sin 22 - 0.4) * 75 = -2.29 \text{ kg/m}^2$
- Viento sotavento:  $-0.4 * 75 = -30 \text{ kg/m}^2$

**Combinaciones de carga:**

- Env Normal: PP + SC
- Env Eventual 1: PP + M1
- Env Eventual 2: PP + M2
- Env Eventual 3: PP + M3
- Env Eventual 4: PP + Vbarlovento + Vsotavento

### ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198Of2006)

OBRA:

ITEM:

| Datos Generales   |  |
|---|--|
| Lugar de Servicio   | Santiago   |
| Madera  | Roble  |
| Grado Resistente  | N° 4   |
| Tipo de uniones   | Clavos   |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3)  |  |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal<br>(10 AÑOS) | <input type="checkbox"/> Carga Eventual<br>(1 DÍA) |

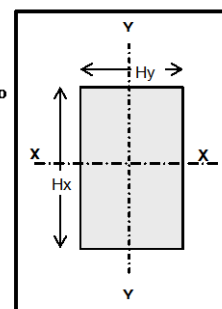
| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
|  |      | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 11   | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 6,6  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 8,3  | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 7900 | 0,97  | 1,000 |
| $E_{f,dis} = 76661,6 \text{ kg/cm}^2$    |      |       |       |

Definidas por el Usuario

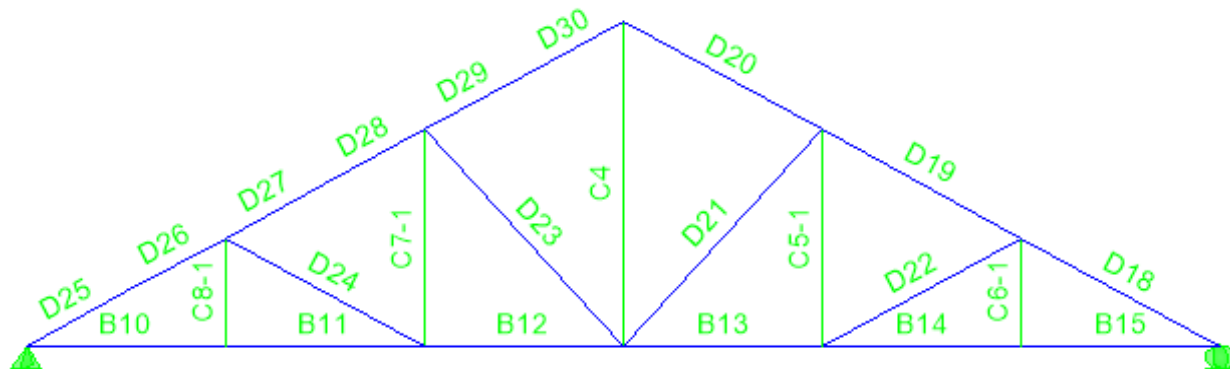
|  |             |
|--|-------------|
|  | Temperatura |
|  | Humedad     |

Según Lugar

|       |             |
|-------|-------------|
| 13,9° | T° Servicio |
| 14%   | H. Equil.   |



Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm



### Figura 1; Identificación de elementos en cercha

### Tabla 1 Cálculo de Cerchas Envolvente Normal

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión<br>La<br>(cm) | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | Nº Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) |                       |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40                    | -775,1        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,34 | 0,21 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40                    | -667,09       | -737,028       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,12 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40                    | -632,29       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,28 | 0,19 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40                    | -472,75       | 1060,46        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,21 | 0,17 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40                    | -667,09       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,19 | OK | 10        |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145                   | 320,74        | 0              | 342          | 1155         | 2526            | 0,28 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 2 Cálculo de Cerchas Envolvente 1**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -781,25       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,34 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -705,67       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,34 | OK | 10        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -580,28       | -1380,01       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,16 | OK | 9         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -552          | -774,177       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -429,01       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -400,73       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -429,98       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -559,51       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,11 | OK | 8         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -675,16       | 1050,51        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,12 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -187,76       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,28 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -196,72       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,46 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,51       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -116,8        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 483,51        | 63,829         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 469,73        | 81,264         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -13,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 94,58         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,45         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,41        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 275,09        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 4         |

**Tabla 3 Cálculo de Cerchas Envolvente 2**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -822,75       | 777,165        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,09 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -794,48       | -1134,96       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,13 | OK | 12        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -678,14       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,26 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -602,55       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,26 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -468,72       | -1619,5        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,19 | OK | 7         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -440,45       | 603,609        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,07 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -465,18       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -594,46       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -709,42       | 1060,62        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,13 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -171,69       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,26 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -254,46       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,60 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,13       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,96       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 553,93        | 101,802        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 500,55        | 86,525         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -14,29        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 86,46         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,16         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 317,69        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,20 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 4 Cálculo de Cerchas Envolvente 3**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -774,49       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,14 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -746,21       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,14 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -668,8        | -319,247       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,04 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -640,53       | -1806,17       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,21 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -528,49       | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,32 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -452,9        | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,32 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -500,31       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -629,56       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -743,58       | 1072,61        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,13 | OK | 11        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -99,55        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,15 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -234,37       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,55 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,26       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -114,77       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 571,19        | 120,106        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 531,59        | 87,395         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,01 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,35        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 51,19         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,02         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,51        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 303,01        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,19 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 5 Cálculo de Cerchas Envolvente 4**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -596,82       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,12 | OK | 9         |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -568,54       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,12 | OK | 8         |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -481,76       | -596,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,07 | OK | 7         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -453,49       | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,11 | OK | 7         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -353,6        | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,11 | OK | 5         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -325,33       | 835,333        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,11 | 0,10 | OK | 5         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -359,68       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,08 | OK | 6         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -467,61       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,08 | OK | 7         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -564,03       | 771,406        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,03       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -173,05       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -124,88       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,29 | 0,00 | OK | 2         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -80,27        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,12 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 443,04        | 71,765         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 410,21        | 63,474         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,01 | OK | 6         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -10,63        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 58,44         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 41,53         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -9,42         | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 219,77        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,14 | 0,00 | OK | 4         |

**ANEXO F**  
**DISEÑO ENTREPISO**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"  
INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 11980/2006)**

**OBRA:** Creciente Errazuriz

**ITEM:** Diseño Viga Piso

| Datos Generales  |          |
|--|----------|
| Lugar de Servicio  | Santiago |
| Madera   | Roble    |
| Grado Resistente   | Nº 2     |
| Tipo de uniones  | Clavos   |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3) |          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal (10 AÑOS)   |          |
| <input type="checkbox"/> Carga Eventual (1 DÍA)              |          |

| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
|  |       | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 17    | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 10,2  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 13    | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 10600 | 0,97  | 1,000 |

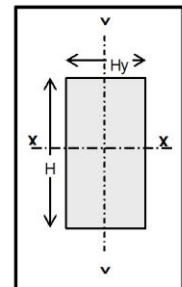
**$E_{f,dis} = 102862,4 \text{ kg/cm}^2$**

Definidas por el Usuario

|             |
|-------------|
| Temperatura |
| Humedad     |

Según Lugar

13,9° T° Servicio  
14% H. Equil.



**Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm**

| ID ELTO   | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | Nº Clavos | Observaciones |
|-----------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|---------------|
|           |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |               |
| viga piso | 5,08           | 20,32          | 417        | 40         | 40         |  | 0             | 27822          | 5472         | 6756         | 47665           | 0,00 | 0,58 | OK | 0         |               |

**Fig. E Diseño Viga de Entrepiso**



# **INFORME DE INGENIERÍA**

**Rev. A**

**DISEÑO ESTRUCTURAL**  
**“VIVIENDA UNIFAMILIAR NUÑEZ DE ARCE”**

**ENERO 2013**  
**INGENIERÍA ESTRUCTURAL**

| ESTADO DE REVISIONES |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|----------------------|------------------------------|--------|---------------------------------|-----|-----|-----|--------|--------|
| DOCUMENTO N°         |                              |        | 0003                            |     |     |     |        |        |
| TITULO               |                              |        | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR |     |     |     |        |        |
| REVISION             |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
| REV                  | DESCRIPCION                  |        | POR                             | POR | POR | POR | REVISO | APROBO |
| A                    | REVISION<br>Y<br>COMENTARIOS | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
| B                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| C                    |                              | NOMBRE |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  |                                 |     |     |     |        |        |
| 0                    | REVISADO                     | NOMBRE | RVB                             |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FIRMA  |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              | FECHA  | 01/2013                         |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |
|                      |                              |        |                                 |     |     |     |        |        |

| PROYECTO         | ESTRUCTURA VIVIENDA UNIFAMILIAR   |
|------------------|---|
| CONTENIDO        | <p>1. INTRODUCCIÓN..... 1</p> <p>2. OBJETIVO ..... 2</p> <p>3. ALCANCE..... 2</p> <p>4. MEMORIA DE CÁLCULO..... 2</p> <p>4.1 ..... BASES DE DISEÑO ..... 3</p> <p>4.1.1 Descripción de materiales.....</p> <p>4.1.2 Descripción de normas y códigos.....</p> <p>4.1.3 Parámetros del suelo.....</p> <p>4.2 ..... HIPÓTESIS DE CÁLCULO ..... 8</p> <p>4.3 ..... MODELACIÓN ..... 9</p> <p>4.4 ..... MATERIALES .....11</p> <p>4.5 ..... ESTADOS DE CARGA .....12</p> <p>4.5.1 Peso Propio.....</p> <p>4.5.2 Sobrecargas de uso.....</p> <p>4.5.3 Sobrecargas de Nieve.....</p> <p>4.5.4 Peso propio techumbre.....</p> <p>4.5.5 Análisis Sísmico.....</p> <p>4.6 ..... COMBINACIONES DE CARGA.....16</p> <p>5. CONCLUSIONES ..... 18</p> |
| ANEXOS           | ANEXO A – ANEXO B - ANEXO C - ANEXO D - ANEXO E - ANEXO F   |
| PREPARADO<br>POR | Richard Vásquez B. Ingeniero Civil  |
| DISTRIBUCIÓN     |   |

## **1. INTRODUCCIÓN**

En la presente memoria se detallan los antecedentes considerados en los cálculos estructurales del proyecto Vivienda Unifamiliar Nuñez de Arce. La estructura se emplaza en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, Chile; lo cual implica que estará ubicado en la Zona Sísmica número 2 del país.

La Estructura debe poseer dimensiones para cumplir requerimientos de uso y construcción, requeridas por la normativa vigente.

En base a la información entregada, se ha propuesto una estructura en base a muros de albañilería. Fundaciones corridas con vigas de sobrecimientos.

La techumbre esta compuesta por cerchas de madera que sostienen un tablero OSB que sirve de base para la colocación de las tejas.

La vivienda presenta un sistema de piso flexible, conformado por vigas y cadenetas de madera.

El presente informe de ingeniería de detalle, consta del análisis y estructuración de la edificación.

La modelación de la estructura se realizara a través de un software computacional de elementos finitos ETABS para luego, en base a normas chilenas y códigos extranjeros, realizar un diseño óptimo, seguro y económico.

## **2. OBJETIVO**

El objetivo general del presente estudio es realizar la verificación del diseño estructural completo del proyecto Vivienda Unifamiliar Nuñez de Arce, definiendo la estructuración más apropiada, además de determinar las dimensiones constructivas que verifiquen las condiciones de carga a la que estará expuesta la estructura, cumpliendo los criterios de diseño, definidos en base a la normativa nacional y extranjera.

## **3. ALCANCE**

El alcance de éste informe consta de:

- Definición de las bases de diseño,
- Estructuración,
- Modelación de la estructura en el software, de acuerdo a las bases de cálculo,
- El análisis del modelo planteado y la obtención de esfuerzos de diseño,
- El cálculo y diseño de los elementos estructurales,
- Las verificaciones necesarias para asegurar la estabilidad estructural,

## **4. MEMORIA DE CÁLCULO**

La presente memoria de cálculo establece los criterios de diseño, los métodos de cálculo y las verificaciones de condiciones de servicio, junto con lograr el diseño de todos los elementos estructurales; verificando los espesores y dimensiones, dados en las hipótesis de cálculo inmersa en esta memoria.

## 4.1 Bases de diseño

### 4.1.1 Descripción de materiales

- Hormigón

- Hormigón estructural H-20:

En todos los elementos de hormigón; vigas, cadenas y vigas de sobrecimiento se especifica un hormigón grado H-20, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85, tiene una resistencia característica cilíndrica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 16(MPa)$  ó  $f'_c = 160\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%.

Este grado de hormigón será utilizado en todas las partidas donde se requiera este material a excepción del hormigón del emplantillado.

- Hormigón de emplantillado H5:

El emplantillado que soporta las fundaciones de la Edificación, estará compuesto de hormigón grado H5, que según la Norma Chilena NCh. 170 Of85 tiene una resistencia cilíndrica característica a la compresión a los 28 días correspondiente a  $f'_c = 4(MPa)$  ó  $f'_c = 40\left(\frac{Kg}{cm^2}\right)$ , considerando un nivel de confianza de 90%. Este hormigón será utilizado únicamente para el emplantillado.

- Propiedades mecánicas del Hormigón:

➤ Módulo de Elasticidad ( $E_c$ ):

Basándose en el código de diseño ACI318-08 se determina la siguiente expresión, definida en la sección 8.5.1., para el cálculo del módulo de elasticidad:

$$E_c = 4700\sqrt{f_c'}$$

Dónde:  $f_c'$  es la resistencia cilíndrica especificada para el hormigón en MPa.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow E_c = 18800(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow E_c = 9400(MPa)$$

➤ Módulo de Corte ( $G$ ):

Desde la sección 8.5.1. del código ACI 318-08, se obtiene la siguiente expresión para el cálculo del módulo de corte en el hormigón:

$$G = \frac{E_c}{2(1+\nu)}$$

dónde:  $\nu$  corresponde al Módulo de Poisson, que a considerar es de 0.15.

Por lo tanto se tiene que:

$$H20 \longrightarrow G = 9139(MPa)$$

$$H5 \longrightarrow G = 4087(MPa)$$

- Propiedades físicas del Hormigón:

➤ Densidad:

Para ésta estructura se considera un hormigón de densidad normal, estimada

$$\text{en } \gamma_c = 2500 \left( \frac{Kg}{m^3} \right)$$

➤ Coeficiente térmico por expansión ( $\alpha$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del coeficiente térmico por expansión de 1.08, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

➤ Módulo de Poisson ( $\rho$ ):

Para el análisis mediante elementos finitos, se adopta un valor del Modulo de Poisson de 0.15, típico. Se aplicara este valor para los análisis que sean necesarios en el modelo.

Finalmente se puede realizar una tabla resumen que contiene las propiedades que son ingresadas al programa de análisis por elemento finitos que será usado:



|                             | Clase de Hormigón |       |      |
|-----------------------------|-------------------|-------|------|
|                             | H30               | H20   | H5   |
| E (MPa)                     | 23500             | 18800 | 9400 |
| G (MPa)                     | 10217             | 8174  | 4087 |
|                             |                   |       |      |
| $\nu$                       | 0.15              |       |      |
| $\alpha$                    | 1.08              |       |      |
| $\rho$ (Kg/m <sup>3</sup> ) | 2500              |       |      |

- Acero de Refuerzo

Se considerará una calidad de las barras de acero de refuerzo de A 63-42 H. Las cantidades y disposición del refuerzo en el hormigón armado, serán determinadas en la etapa de diseño, en donde se podrá obtener:

- Diámetro de las barras de acero a utilizar como refuerzo
- Área de armadura para resistir esfuerzos de diseño
- Espaciamiento y disposición del refuerzo
- Recubrimiento mínimo para refuerzo
- Diámetro mínimo y especificaciones del doblado del acero

#### 4.1.2 Descripción de normas y códigos

Las normas y códigos de diseño utilizados en el presente informe, se detallan a continuación:

- Norma NCh433 Of.96 mod. 2009, Diseño sísmico de edificios.
- D.S.60 y D.S.61
- Norma NCh1537 Of. 86., Diseño estructural de edificios – Cargas permanentes y sobrecargas de uso.
- Norma NCh431 Of.77, Construcción - Sobrecargas de nieve
- Norma NCh432 Of.71, Calculo de la acción del viento sobre las construcciones.

- AISC-LRFD, Diseño de acero (Load and Resistance Factor Design).
- Código ACI318-08, Requisitos de Reglamento para Concreto Estructural y Comentario.
- Norma NCh170 Of.85 Hormigón – Requisitos generales.
- Norma NCh317 Of. Disposiciones generales y combinaciones de cargas.

#### **4.1.3 Parámetros del suelo**

El suelo en el cual se ubica el proyecto Vivienda Unifamiliar Nuñez de Arce, se clasifico como uno del Tipo B, según D.S. N°61.

La capacidad de soporte admisible del suelo de fundación se estima de manera conservadora:

Tensión admisible estático : 1.0 kg/cm<sup>2</sup>

Tensión admisible dinámico : 1.6 kg/cm<sup>2</sup>

## 4.2 Hipótesis de cálculo

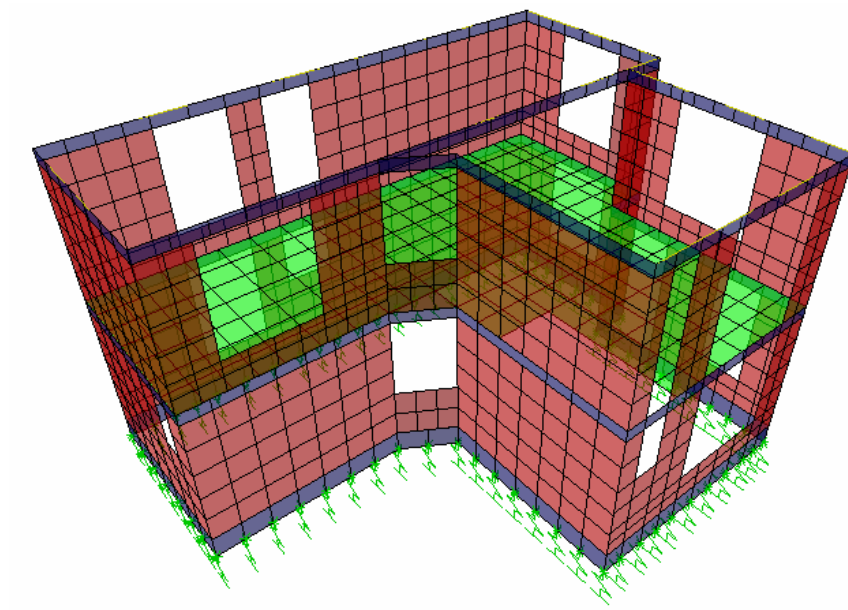
- La Edificación de acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla, se encasilla en la Categoría II, según la NCh. 433 Of. 96 mod.2009.
- Se utiliza factor de Modificación de respuesta  $R=3$ , y Coeficiente Sísmico utilizado  $C_{máx.}=0.180$
- La conformación del sistema estructural es basada en una configuración mediante muros de albañilería, que sean capaces de resistir solicitaciones tales como: sismo, viento, nieve, sobrecargas de techo y peso propio.
- La estructura transmite hacia el suelo las cargas recibidas de forma permanente y esporádica, a través de las fundaciones y estas a la vez, reciben las cargas desde los muros.
- Se consideran fundaciones con zapatas corridas y vigas de sobrecimiento bajo muros de albañilería.
- Las propiedades físicas y mecánicas del acero estructural utilizado para el diseño, se encuentran descritas anteriormente en el punto 4.1.1.
- El proyecto al estar emplazado en la comuna de Ñuñoa, Región Metropolitana, estará inmerso en la Zona Sísmica número 2 del país.
- Para el cálculo de los períodos de la estructura, se obtendrán inicialmente del análisis modal del software de elementos finitos, luego estos periodos serán analizados de acuerdo a lo estipulado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios" según el modal espectral.

### **4.3 Modelación**

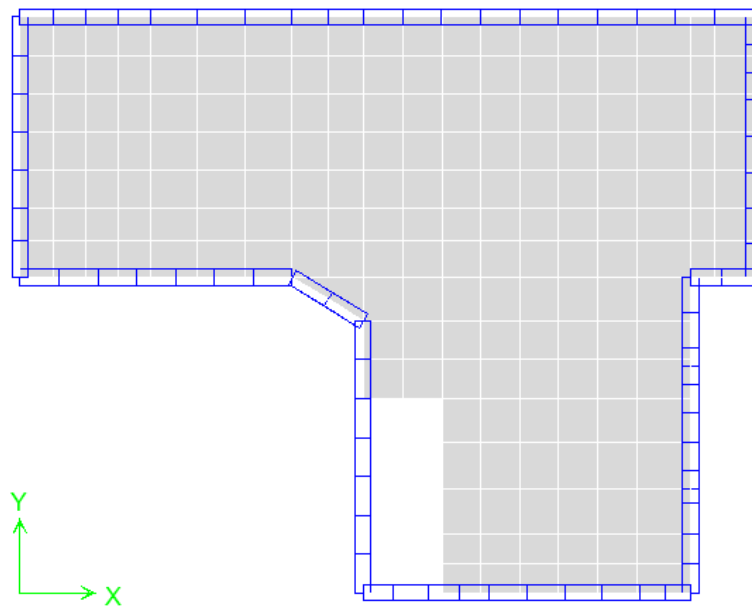
La modelación comienza con un requerimiento específico, que es simplificar el análisis estructural mediante un software estructural en base a elementos finitos. Luego de contar con la estructuración definida y simplificada, comenzamos a emplear el software de la siguiente forma:

En primera instancia se ingresan las propiedades, tanto físicas como mecánicas del material, que en este caso corresponde a albañilería y hormigón armado.

Para la realización del modelo, se procede a dibujar los elementos Shell que componen los muros de albañilería, vigas, cadenas y vigas de sobrecimientos.



**Fig. Nº 1.- Vista Isométrica de Estructura**



**Fig. Nº 2.- Vista Planta de Estructura**

## 4.4 Materiales

**Material Property Data**

**Material Name** H20

**Display Color**  
Color [Blue]

**Type of Material**  
☒ Isotropic ☐ Orthotropic

**Type of Design**  
Design Concrete

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 2.448E-06  |
| Weight per unit Volume     | 2.403E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 253105.065 |
| Poisson's Ratio            | 0.2        |
| Coeff of Thermal Expansion | 9.900E-06  |
| Shear Modulus              | 105460.444 |

**Design Property Data (ACI 318-08/IBC 2009)**

|   |       |
|---|-------|
| Specified Conc Comp Strength, f'c             | 160.  |
| Bending Reinf. Yield Stress, fy               | 4200. |
| Shear Reinf. Yield Stress, fys                | 4200. |
| <input type="checkbox"/> Lightweight Concrete |       |
| Shear Strength Reduc. Factor                  |       |

OK Cancel

**Fig. N° 3.- Propiedades Mecánicas Hormigón kgf-cm**

**Material Property Data**

**Material Name** ALBA

**Display Color**  
Color [Red]

**Type of Material**  
☒ Isotropic ☐ Orthotropic

**Type of Design**  
Design None

**Analysis Property Data**

|                            |            |
|----------------------------|------------|
| Mass per unit Volume       | 1.680E-06  |
| Weight per unit Volume     | 1.650E-03  |
| Modulus of Elasticity      | 60000.     |
| Poisson's Ratio            | 0.3        |
| Coeff of Thermal Expansion | 1.170E-05  |
| Shear Modulus              | 23076.9231 |

**Design Property Data**

OK Cancel

**Fig. N° 4.- Propiedades Mecánicas Albañilería kgf-cm**

## 4.5 Estados de Carga

### 4.5.1 Peso Propio

➤ Metodología de cálculo

- El peso propio de la estructura es entregado por defecto mediante el software de elementos finitos y los demás elementos no modelados, se ingresan a este, como cargas.

- Peso propio Piso Flexible: 80kgf/m<sup>2</sup>

- Peso propio relleno estucos: 40kgf/m<sup>2</sup>

### 4.5.2 Sobrecargas de uso

➤ Metodología de cálculo

Las sobrecargas de uso empleadas son:

- Sobrecarga Uso 200 kgf/m<sup>2</sup>

- Sobrecarga de techo

Esta carga según lo indica la NCh 1537 Of.2009 corresponde a:

$$q_k = 100 \left( \frac{\text{kgf}}{\text{m}^2} \right)$$

La que puede ser reducida si cumple con los requisitos mencionados en dicha norma.

Reducción de sobrecarga de techo según la siguiente formula:

$$q_{kred} = C_0 \cdot C_A \cdot q_k$$

En donde:

$C_0$  = Coeficiente de reducción por pendiente de techo;

$C_A$  = Coeficiente de reducción por área tributaria.

La pendiente del techo aplicada corresponde a 78,12%, por lo que:

$$q_{kred} = 30 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$$

### 4.5.3 Sobrecargas de Nieve

Según la NCh 431 Of. 77 “Construcción – Sobrecargas de Nieve” indica la sobrecarga de nieve que se debe aplicar al diseño de las estructuras ubicadas en todo el territorio nacional, excluyendo el territorio Antártico Chileno:

A partir de la altitud y latitud geográfica de la estructura, se puede determinar la sobrecarga a aplicar.

El Proyecto “Vivienda Unifamiliar” como se menciona anteriormente se emplazara en la ciudad de Santiago, Región Metropolitana, por lo que las coordenadas geográficas aproximadas de su ubicación corresponden a:

Latitud 33° 27´ aprox.

Altitud 558 m. aprox.

Estos datos son interpretados a través de la tabla 2 de la Nch431 Of.77 obteniendo una Sobrecarga básica mínima de nieve equivalente a  $25 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$

aplicada al techo en el eje Z proyectado.

**Nota: Sobrecarga de techo controla el diseño por ser superior a sobrecarga de nieve.**



#### 4.5.4 Peso propio techumbre

Las cargas de techumbre empleadas son:

- Peso Propio Cubierta  $q_{cubierta} = 95 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cerchas  $q_{cerchas} = 15 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$
- Peso Propio Cielo  $q_{cielo} = 10 \left( \frac{kgf}{m^2} \right)$

#### **4.5.5 Análisis Sísmico**

➤ Metodología de cálculo

Según lo indicado en la NCh 433 Of. 96 mod. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios" de acuerdo a la ubicación geográfica la estructura queda incluida en la Zona sísmica 2 y según lo indicado en la presente se optara por un suelo de clasificación tipo B.

De acuerdo a su importancia, uso y riesgo de falla; el "Proyecto Vivienda Unifamiliar" se clasifica en la Categoría II.

En relación a los antecedentes presentados anteriormente el método a emplear es el Análisis Modal Espectral.

Con los periodos (asociados a los modos con mayor masa trasnacional según dirección de análisis) encontrados y todos los demás parámetros, se determinan las solicitaciones sísmicas de acuerdo a la NCh 433 Of. 96 MOD. 2009 "Diseño Sísmico de Edificios", que será cargado en el software de elementos finitos y asociado a las masas participantes, de acuerdo a la que indica esta norma un 100% del peso propio y un 25% de sobrecarga de uso.

## 4.6 Combinaciones de Carga

### Estructura Hormigón Armado

Se utilizarán las combinaciones de carga dispuestas para el Método LRFD.  
ACI318-2008 y NCh3171 Of.2010

|     |                          |
|-----|--------------------------|
| C1  | :1.4xD                   |
| C2  | :1.2xD + 1.6xL + 0.5Lr   |
| C3X | :1.2xD +- 1.4xEx + 1.0xL |
| C4Y | :1.2xD +- 1.4xEy + 1.0xL |
| C5X | :0.9xD +- 1.4xEx         |
| C6Y | :0.9xD +- 1.4xEy         |

Donde:

D: Cargas permanentes

Lr: Sobrecargas de uso techo

L: Sobrecarga de uso

E<sub>Y</sub> : Sismo de la estructura en eje Y

E<sub>X</sub> : Sismo de la estructura en eje X

## **Fundaciones**

Para el diseño geotécnico de las fundaciones, se consideraron las siguientes combinaciones de carga:

FUND :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL + 1.0xEx$

FUNDX :  $1.0xD + 0.4xLr + 0.4xL + 1.0xEy$

El momento volcante sísmico para el diseño de las fundaciones deberá calcularse con el 50% de la sollicitación establecida en NCh 433 Of. 1996 mod.2009.

## 5. CONCLUSIONES

Luego de haber realizado el diseño estructural del "Proyecto Vivienda Unifamiliar Nuñez de Arce" se presentan las siguientes conclusiones acerca de la estructuración final:

- Para los elementos de hormigón de la estructura y fundaciones, se ha especificado uno de grado H-20, con un nivel de confianza del 90%.
- Para el diseño de los elementos de albañilería se utiliza de manera conservadora el ladrillo: mnM.

mnM: Ladrillo cerámico hecho a mano, macizo en toda su masa, sin ninguna perforación ni hueco.

- Dados los parámetros de los materiales mencionados anteriormente, los parámetros del suelo utilizado y la ubicación, se ha realizado la estructuración del Proyecto Vivienda Unifamiliar, siguiendo a cabalidad lo especificado por la normativa.

Si bien es cierto, la vivienda está cumpliendo con un diseño estructural regido por la actual Normativa Chilena, dado que los muros de albañilería resisten por si solos los esfuerzos de corte, la inexistencia de armadura mínima horizontal en los muros, hacen que la norma no se esté cumpliendo de forma correcta.

- Se presentan muros en dirección X e Y con problemas asociados a esfuerzos compresión simple y flexo-compresión, según los cálculos realizados se requiere una cantidad de acero de 0.67 cm<sup>2</sup> en los extremos del muro, es decir 1 fe 10 en cada extremo.
- Con respecto a las fundaciones, se establecen las dimensiones mínimas que deberían tener para estar cumpliendo con las exigencias de diseño.

Las fundaciones corridas de la vivienda deberían presentar las siguientes dimensiones:

Ancho mínimo fundación: 50 cm.

Altura fundación: 45 cm.

- Las deformaciones de la estructura en ambas direcciones de análisis, están por debajo de las deformaciones admisibles establecidas en la NCh 433 Of.96 mod. 2009. En donde se exige una deformación máxima horizontal del orden de  $0,002 \cdot H$ , siendo H la altura de la vivienda.
- El diseño estructural de los elementos resistentes se realizó considerando un coeficiente sísmico máximo actuando sobre la estructura, lo que es severamente conservador, dado que este parámetro depende del periodo fundamental de la estructura y debiera ser menor al valor máximo entregado por la Normativa Sísmica.

---

**RICHARD VÁSQUEZ B.**  
**INGENIERO CIVIL**

UNIFAMILIAR"

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**ANEXO A**  
**ANÁLISIS SISMICO**

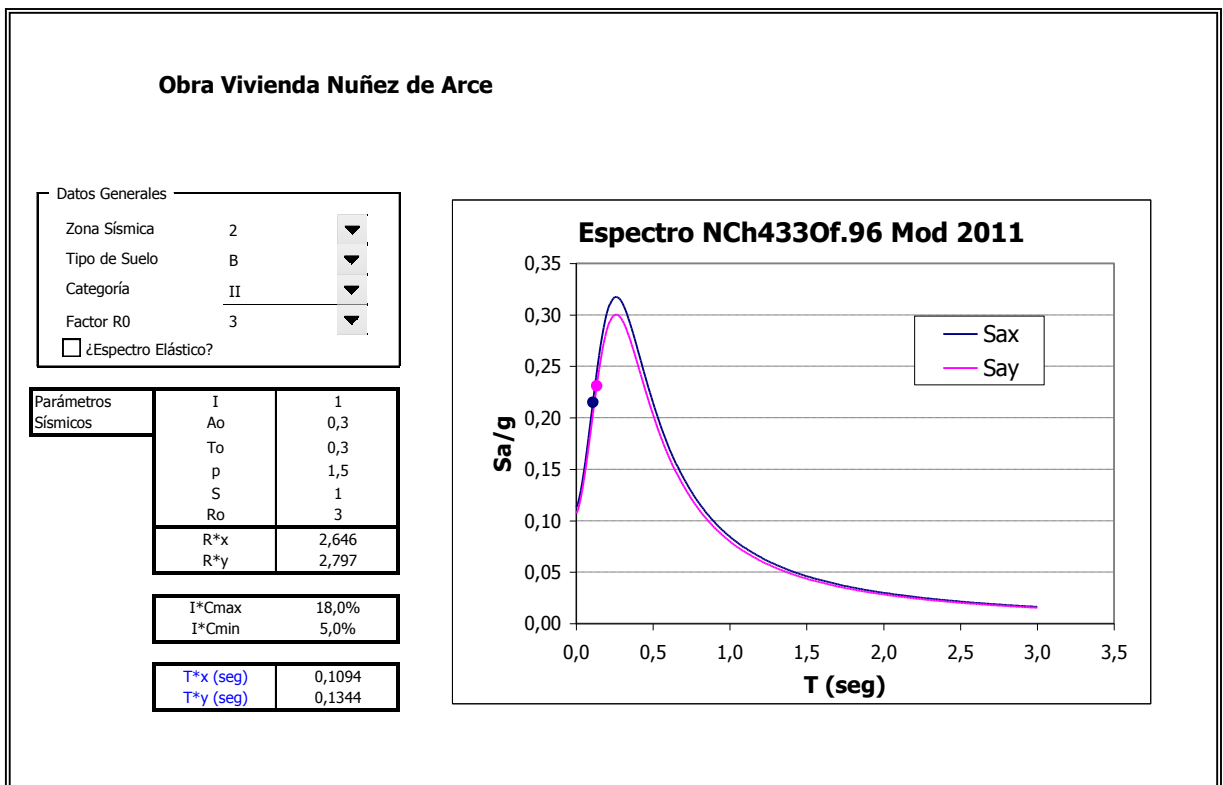
“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

| Mode | Period   | UX      | UY      | UZ | SumUX   | SumUY   | SumUZ | RX      | RY      | RZ      | SumRX   | SumRY   | SumRZ   |
|------|----------|---------|---------|----|---------|---------|-------|---------|---------|---------|---------|---------|---------|
| 1    | 0,134469 | 15,4473 | 45,0788 | 0  | 15,4473 | 45,0788 | 0     | 57,9954 | 19,7801 | 0,6284  | 57,9954 | 19,7801 | 0,6284  |
| 2    | 0,109494 | 35,5112 | 0,2737  | 0  | 50,9585 | 45,3525 | 0     | 1,2162  | 46,1704 | 2,5072  | 59,2116 | 65,9505 | 3,1357  |
| 3    | 0,091207 | 9,8321  | 25,0182 | 0  | 60,7906 | 70,3707 | 0     | 25,8723 | 13,569  | 6,5686  | 85,0839 | 79,5195 | 9,7043  |
| 4    | 0,077829 | 4,0411  | 11,1538 | 0  | 64,8317 | 81,5245 | 0     | 11,5614 | 4,5001  | 1,9021  | 96,6453 | 84,0196 | 11,6064 |
| 5    | 0,07198  | 1,0303  | 0,4607  | 0  | 65,862  | 81,9852 | 0     | 0,7116  | 2,204   | 31,9473 | 97,3569 | 86,2236 | 43,5537 |
| 6    | 0,062596 | 0,2579  | 3,4535  | 0  | 66,1198 | 85,4387 | 0     | 1,9406  | 0,316   | 0,0008  | 99,2976 | 86,5396 | 43,5544 |
| 7    | 0,051777 | 6,3809  | 0,1657  | 0  | 72,5008 | 85,6045 | 0     | 0,0149  | 5,6023  | 0,0272  | 99,3125 | 92,1419 | 43,5816 |
| 8    | 0,045275 | 8,9457  | 0,0898  | 0  | 81,4465 | 85,6943 | 0     | 0,0136  | 6,3086  | 10,7982 | 99,3261 | 98,4505 | 54,3798 |
| 9    | 0,036943 | 0,8097  | 3,8248  | 0  | 82,2562 | 89,5191 | 0     | 0,1283  | 0,436   | 1,4114  | 99,4544 | 98,8865 | 55,7912 |
| 10   | 0,033064 | 6,2385  | 0,1237  | 0  | 88,4947 | 89,6428 | 0     | 0,0471  | 0,1716  | 0,8553  | 99,5015 | 99,0581 | 56,6465 |
| 11   | 0,018013 | 0,6606  | 5,2186  | 0  | 89,1553 | 94,8615 | 0     | 0,0003  | 0,0096  | 1,7357  | 99,5018 | 99,0677 | 58,3822 |
| 12   | 0,015242 | 5,7425  | 0,7037  | 0  | 94,8979 | 95,5652 | 0     | 0,0134  | 0,0029  | 1,2873  | 99,5152 | 99,0706 | 59,6695 |

**Fig. A-1 Modos de la Estructura**





**Fig. A-2      Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**OBRA VIVIENDA NUÑEZ DE ARCE**

**CORTES BASALES Y AMPLIFICACIÓN ESPECTRAL**

| Spec  | Mode | Dir | F1         | F2         | F3 | M1 | M2 | M3 |
|-------|------|-----|------------|------------|----|----|----|----|
| SPECX | 1    | U1  | 0,2        | 0,4        | 0  | -2 | 1  | 1  |
| SPECX | 2    | U1  | 0,5        | 0,0        | 0  | 0  | 2  | -2 |
| SPECX | 3    | U1  | 0,1        | -0,2       | 0  | 1  | 1  | -1 |
| SPECX | 4    | U1  | 0,0        | -0,1       | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 5    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 6    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 7    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 8    | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | -1 |
| SPECX | 9    | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 10   | U1  | 0,1        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 11   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | 12   | U1  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECX | All  | All | <b>0,6</b> | 0,4        | 0  | 2  | 3  | 3  |
| SPECY | 1    | U2  | 0,4        | 0,6        | 0  | -3 | 2  | 2  |
| SPECY | 2    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 3    | U2  | -0,2       | 0,3        | 0  | -1 | -1 | 2  |
| SPECY | 4    | U2  | -0,1       | 0,1        | 0  | 0  | 0  | 1  |
| SPECY | 5    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 6    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 7    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 8    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 9    | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 10   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 11   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | 12   | U2  | 0,0        | 0,0        | 0  | 0  | 0  | 0  |
| SPECY | All  | All | 0,4        | <b>0,8</b> | 0  | 3  | 2  | 3  |

Masa Sísmica : 69,08 ton  
 Corte Mínimo : 4,14 ton ( % Peso Sísmico)  
 Corte Máximo : 12,43 ton ( % Peso Sísmico)

Factor de Ampl. X: → 19,737  
 Factor de Ampl. Y: → 16,579

**Fig. A-3 Factor Amplificación Espectro NCh433 Of.96 Mod 2011**

**ANEXO B**  
**DISEÑO DE FUNDACIONES**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA NUÑEZ DE ARCE**

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | Límite (ton/m2)<br>10,000 |         |         |        |      |           | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------|---------|--------|------|-----------|--------------------|
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | qadm(env)                 | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) |                    |
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | T/M2                      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      |                    |
| F1   | 0,390       | 0,25       | 0,400    | 4,150    | <b>5,72</b> | <b>bajo</b>               | 7,9           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 10,4 | 0,096 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,072   | 0,036   | 10,000 | 15,0 | 7564      | <b>1180</b>        |
| F2   | 0,490       | 0,29       | 0,400    | 3,450    | <b>7,58</b> | <b>bajo</b>               | 9,1           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 8,6  | 0,116 | 2,011 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,092   | 0,046   | 10,000 | 15,0 | 7041      | <b>1380</b>        |
| F3   | 0,400       | 0,09       | 0,400    | 1,000    | <b>7,97</b> | <b>bajo</b>               | 2,8           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 2,5  | 0,400 | 1,329 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,064   | 0,032   | 10,000 | 15,0 | 7500      | <b>1200</b>        |
| F4   | 0,410       | 0,70       | 0,400    | 9,100    | <b>7,06</b> | <b>bajo</b>               | 22,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 22,8 | 0,044 | 2,100 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,089   | 0,045   | 10,000 | 15,0 | 7439      | <b>1220</b>        |
| F5   | 0,470       | 0,31       | 0,400    | 3,300    | <b>8,37</b> | <b>bajo</b>               | 9,7           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 8,3  | 0,121 | 1,987 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,100   | 0,050   | 10,000 | 15,0 | 7128      | <b>1340</b>        |
| F6   | 0,490       | 0,33       | 0,400    | 3,450    | <b>8,53</b> | <b>bajo</b>               | 10,4          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 8,6  | 0,116 | 2,011 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,103   | 0,052   | 10,000 | 15,0 | 7041      | <b>1380</b>        |
| F7   | 0,380       | 0,24       | 0,400    | 4,000    | <b>5,82</b> | <b>bajo</b>               | 7,7           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 10,0 | 0,100 | 2,093 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,073   | 0,037   | 11,000 | 16,5 | 7632      | <b>1160</b>        |
| F8   | 0,440       | 0,24       | 0,400    | 3,300    | <b>6,66</b> | <b>bajo</b>               | 7,5           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,400    | 8,3  | 0,121 | 1,987 | 1,875 | 0,690 | 10,000                    | 0,080   | 0,040   | 12,000 | 18,0 | 7273      | <b>1280</b>        |

**Fig. B-1 Fundaciones Caso Estatico**

**FUNDACIONES DE MUROS**

**NOMBRE DEL EDIFICIO**

**OBRA NUÑEZ DE ARCE**

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | Límite (ton/m2)<br>10,000 |         |         |        |      |           | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|---------------------------|---------|---------|--------|------|-----------|--------------------|
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | qadm(env)                 | Si(est) | Sd(din) | qadm   | qadm | KBy (din) |                    |
|      |             |            |          |          |             |                           |               |              |          |          |      |       |       |       |       | T/M2                      | cm      | cm      | (rot)  | (As) | T/M3      |                    |
| F1   | 0,390       | 0,31       | 0,500    | 4,150    | <b>6,89</b> | <b>bajo</b>               | 12,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,3  | 0,120 | 1,990 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,105   | 0,052   | 10,000 | 15,0 | 6564      | <b>1280</b>        |
| F2   | 0,490       | 0,28       | 0,500    | 3,450    | <b>7,48</b> | <b>bajo</b>               | 11,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,9  | 0,145 | 1,888 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,108   | 0,054   | 10,000 | 15,0 | 6041      | <b>1480</b>        |
| F3   | 0,400       | 0,07       | 0,500    | 1,000    | <b>6,15</b> | <b>bajo</b>               | 2,6           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 2,0  | 0,500 | 1,206 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,057   | 0,028   | 10,000 | 15,0 | 6500      | <b>1300</b>        |
| F4   | 0,410       | 0,69       | 0,500    | 9,100    | <b>7,00</b> | <b>bajo</b>               | 27,4          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 18,2 | 0,055 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,113   | 0,056   | 10,000 | 15,0 | 6439      | <b>1320</b>        |
| F5   | 0,470       | 0,33       | 0,500    | 3,300    | <b>8,89</b> | <b>bajo</b>               | 13,0          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,6  | 0,152 | 1,864 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,127   | 0,063   | 10,000 | 15,0 | 6128      | <b>1440</b>        |
| F6   | 0,490       | 0,27       | 0,500    | 3,450    | <b>7,20</b> | <b>bajo</b>               | 10,7          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,9  | 0,145 | 1,888 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,104   | 0,052   | 10,000 | 15,0 | 6041      | <b>1480</b>        |
| F7   | 0,380       | 0,26       | 0,500    | 4,000    | <b>6,22</b> | <b>bajo</b>               | 10,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,0  | 0,125 | 1,970 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,094   | 0,047   | 11,000 | 16,5 | 6632      | <b>1260</b>        |
| F8   | 0,440       | 0,30       | 0,500    | 3,300    | <b>8,14</b> | <b>bajo</b>               | 11,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,6  | 0,152 | 1,864 | 1,500 | 0,732 | 10,000                    | 0,116   | 0,058   | 12,000 | 18,0 | 6273      | <b>1380</b>        |

**Fig. B-2 Fundaciones Caso Sismo X**

“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

FUNDACIONES DE MUROS

NOMBRE DEL EDIFICIO

OBRA NUÑEZ DE ARCE

Límite (ton/m2)

10,000

| MURO | Lres<br>(m) | Lreq<br>80 | B<br>(m) | H<br>(m) | Sigma       | Verificación<br>Tensiones | Nest<br>(ton) | D<br>(m)     | P<br>(m) | B<br>(m) | L/B  | B/L   | Io    | D/B   | F3    | qadm(env)<br>T/M2 | Si(est)<br>cm | Sd(din)<br>cm | qadm<br>(rot) | qadm<br>(As) | KBy (din)<br>T/M3 | Resorte<br>(ton/m) |
|------|-------------|------------|----------|----------|-------------|---------------------------|---------------|--------------|----------|----------|------|-------|-------|-------|-------|-------------------|---------------|---------------|---------------|--------------|-------------------|--------------------|
| F1   | 0,390       | 0,35       | 0,500    | 4,150    | <b>7,56</b> | <b>bajo</b>               | 13,6          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,3  | 0,120 | 1,990 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,115         | 0,058         | 10,000        | 15,0         | 6564              | <b>1280</b>        |
| F2   | 0,490       | 0,28       | 0,500    | 3,450    | <b>7,41</b> | <b>bajo</b>               | 11,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,9  | 0,145 | 1,888 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,107         | 0,054         | 10,000        | 15,0         | 6041              | <b>1480</b>        |
| F3   | 0,400       | 0,06       | 0,500    | 1,000    | <b>5,73</b> | <b>bajo</b>               | 2,4           | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 2,0  | 0,500 | 1,206 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,053         | 0,026         | 10,000        | 15,0         | 6500              | <b>1300</b>        |
| F4   | 0,410       | 0,69       | 0,500    | 9,100    | <b>6,94</b> | <b>bajo</b>               | 27,1          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 18,2 | 0,055 | 2,100 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,112         | 0,056         | 10,000        | 15,0         | 6439              | <b>1320</b>        |
| F5   | 0,470       | 0,30       | 0,500    | 3,300    | <b>8,12</b> | <b>bajo</b>               | 11,8          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,6  | 0,152 | 1,864 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,116         | 0,058         | 10,000        | 15,0         | 6128              | <b>1440</b>        |
| F6   | 0,490       | 0,28       | 0,500    | 3,450    | <b>7,48</b> | <b>bajo</b>               | 11,2          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,9  | 0,145 | 1,888 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,108         | 0,054         | 10,000        | 15,0         | 6041              | <b>1480</b>        |
| F7   | 0,380       | 0,27       | 0,500    | 4,000    | <b>6,30</b> | <b>bajo</b>               | 10,6          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 8,0  | 0,125 | 1,970 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,095         | 0,047         | 11,000        | 16,5         | 6632              | <b>1260</b>        |
| F8   | 0,440       | 0,29       | 0,500    | 3,300    | <b>7,95</b> | <b>bajo</b>               | 11,5          | <b>0,750</b> | 0,405    | 0,500    | 6,6  | 0,152 | 1,864 | 1,500 | 0,732 | 10,000            | 0,113         | 0,057         | 12,000        | 18,0         | 6273              | <b>1380</b>        |

Fig. B-3 Fundaciones Caso Sismo Y

**ANEXO C**  
**DISEÑO DE MUROS ALBAÑILERÍA**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      | FLEXO-COMPRESIÓN |    |      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|------------------|----|------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                  |    |      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                  |    |      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                  |    |      |                   |                            |                          |
| X1   | 1    | 0,200          | 4,150    | 0,53                  | 5,89        | 2,97                    | 2,64         | 4,191                  | 3                 | 17               | 0,19                                 | 7                   | 15                 | 0,47                                 | 15               | 33 | 0,44 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X2   | 1    | 0,200          | 1,600    | 0,87                  | 3,31        | 1,94                    | 1,6          | 1,431                  | 5                 | 16               | 0,32                                 | 10                  | 15                 | 0,69                                 | 26               | 33 | 0,79 |                   | OK                         | OK                       |
| X3   | 1    | 0,200          | 0,710    | 1                     | 0,19        | 1,2                     | 0,59         | 0,186                  | 4                 | 16               | 0,26                                 | 1                   | 15                 | 0,09                                 | 15               | 33 | 0,45 |                   | OK                         | OK                       |
| X4   | 1    | 0,200          | 0,770    | 1                     | 2,23        | 1,69                    | 0,92         | 0,353                  | 6                 | 16               | 0,37                                 | 14                  | 15                 | 0,97                                 | 35               | 33 | 1,05 |                   | OK                         | OK                       |
| X5   | 1    | 0,200          | 0,650    | 1,87                  | 1,32        | 0,48                    | 0,97         | 0,125                  | 7                 | 18               | 0,42                                 | 10                  | 15                 | 0,69                                 | 19               | 33 | 0,57 | OK                | OK                         |                          |
| X6   | 2    | 0,200          | 0,710    | 2,4                   | 0,31        | 1,29                    | 0,26         | 0,175                  | 2                 | 14               | 0,13                                 | 2                   | 15                 | 0,15                                 | 16               | 33 | 0,48 | OK                | OK                         |                          |
| X7   | 2    | 0,200          | 0,770    | 2,4                   | 0,35        | 0,5                     | 0,9          | 1,11                   | 6                 | 13               | 0,44                                 | 2                   | 15                 | 0,16                                 | 44               | 33 | 1,32 | ii MALO !!        | 0,677                      | OK                       |
| X8   | 2    | 0,200          | 0,650    | 2,4                   | 0,39        | 0,73                    | 0,42         | 0,403                  | 3                 | 13               | 0,24                                 | 3                   | 15                 | 0,21                                 | 27               | 33 | 0,81 | OK                | OK                         |                          |
| X9   | 1    | 0,200          | 3,450    | 2,4                   | 6,04        | 0,66                    | 2,95         | 2,341                  | 4                 | 17               | 0,25                                 | 9                   | 15                 | 0,60                                 | 14               | 33 | 0,41 | OK                | OK                         |                          |
| X10  | 1    | 0,200          | 1,100    | 2,4                   | 3,72        | 0,9                     | 0,27         | 0,46                   | 1                 | 13               | 0,09                                 | 17                  | 15                 | 1,16                                 | 28               | 33 | 0,84 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X11  | 2    | 0,200          | 3,450    | 0,53                  | 3,06        | 1,19                    | 2,59         | 0,742                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 4                   | 15                 | 0,30                                 | 7                | 33 | 0,21 | OK                | OK                         |                          |
| X12  | 2    | 0,200          | 0,750    | 1,87                  | 0,6         | 0,23                    | 0,74         | 0,32                   | 5                 | 16               | 0,32                                 | 4                   | 15                 | 0,27                                 | 17               | 33 | 0,51 | OK                | OK                         |                          |
| X13  | 2    | 0,200          | 1,100    | 1,87                  | 1,44        | 0,5                     | 1,35         | 1,095                  | 6                 | 15               | 0,42                                 | 7                   | 15                 | 0,44                                 | 27               | 33 | 0,82 | OK                | OK                         |                          |
| X14  | 2    | 0,200          | 0,800    | 2,4                   | 0,26        | 0,29                    | 0,73         | 0,223                  | 5                 | 17               | 0,28                                 | 2                   | 15                 | 0,11                                 | 10               | 33 | 0,31 | OK                | OK                         |                          |
| X15  | 1    | 0,200          | 9,300    | 0,53                  | 19,26       | 4,17                    | 7,74         | 10,185                 | 4                 | 18               | 0,23                                 | 10                  | 15                 | 0,69                                 | 14               | 33 | 0,43 | OK                | OK                         |                          |
| X16  | 1    | 0,200          | 1,650    | 1,87                  | 3,19        | 0,71                    | 1,61         | 0,776                  | 5                 | 17               | 0,29                                 | 10                  | 15                 | 0,65                                 | 17               | 33 | 0,52 | OK                | OK                         |                          |
| X17  | 1    | 0,200          | 6,450    | 0,87                  | 13,04       | 2,09                    | 5,99         | 3,832                  | 5                 | 18               | 0,26                                 | 10                  | 15                 | 0,67                                 | 13               | 33 | 0,40 | OK                | OK                         |                          |
| X18  | 1    | 0,200          | 0,600    | 1                     | 2,03        | 0,54                    | 0,84         | 0,546                  | 7                 | 13               | 0,53                                 | 17                  | 15                 | 1,13                                 | 52               | 33 | 1,57 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| X19  | 1    | 0,200          | 4,950    | 1                     | 9,19        | 0,95                    | 4,98         | 2,311                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 9                   | 15                 | 0,62                                 | 12               | 33 | 0,36 | OK                | OK                         |                          |
| X20  | 2    | 0,200          | 9,300    | 0,53                  | 7,97        | 1,23                    | 2,45         | 3,248                  | 1                 | 18               | 0,07                                 | 4                   | 15                 | 0,29                                 | 6                | 33 | 0,17 | OK                | OK                         |                          |
| X21  | 2    | 0,200          | 1,650    | 1,87                  | 0,74        | 0,23                    | 0,61         | 0,349                  | 2                 | 17               | 0,11                                 | 2                   | 15                 | 0,15                                 | 5                | 33 | 0,16 | OK                | OK                         |                          |
| X22  | 2    | 0,200          | 0,600    | 1,87                  | 0,52        | 0,07                    | 0,27         | 0,259                  | 2                 | 13               | 0,17                                 | 4                   | 15                 | 0,29                                 | 20               | 33 | 0,60 | OK                | OK                         |                          |
| X23  | 2    | 0,200          | 4,950    | 1,87                  | 1,85        | 0,35                    | 0,95         | 1,071                  | 1                 | 17               | 0,06                                 | 2                   | 15                 | 0,13                                 | 3                | 33 | 0,09 | OK                | OK                         |                          |

**Fig. C-1 Diseño Muros Albañilería Top X**

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    | FLEXO-COMPRESIÓN                     |    |    | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |    |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|----|----|-------------------|----------------------------|--------------------------|----|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |    |    |                   |                            |                          |    |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |    |    |                   |                            |                          |    |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |    |    |                   |                            |                          |    |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |    |    |                   |                            |                          |    |
| X1   | 1    | 0,200          | 4,150    | 0,53                  | 6,88        | 3,35                    | 2,48         | 2,54                   | 3                 | 17               | 0,17                                 | 8                   | 15                 | 0,55                                 | 14 | 33 | 0,43              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X2   | 1    | 0,200          | 1,600    | 0,87                  | 4,03        | 1,96                    | 1,43         | 2,42                   | 4                 | 13               | 0,34                                 | 13                  | 15                 | 0,84                                 | 37 | 33 | 1,11              |                            | OK                       | OK |
| X3   | 1    | 0,200          | 0,710    | 1                     | 0,84        | 0,63                    | 0,44         | 0,125                  | 3                 | 16               | 0,19                                 | 6                   | 15                 | 0,40                                 | 14 | 33 | 0,43              |                            | OK                       | OK |
| X4   | 1    | 0,200          | 0,770    | 1                     | 2,54        | 1,58                    | 0,82         | 0,528                  | 5                 | 14               | 0,38                                 | 16                  | 15                 | 1,10                                 | 42 | 33 | 1,28              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X5   | 1    | 0,200          | 0,650    | 1,87                  | 1,86        | 2,88                    | 0,95         | 0,674                  | 7                 | 13               | 0,55                                 | 14                  | 15                 | 0,97                                 | 63 | 33 | 1,91              | ii MALO !!                 | 0,552                    | OK |
| X6   | 2    | 0,200          | 0,710    | 2,4                   | 0,38        | 0,78                    | 0,52         | 0,27                   | 4                 | 15               | 0,25                                 | 3                   | 15                 | 0,18                                 | 18 | 33 | 0,54              | OK                         | OK                       |    |
| X7   | 2    | 0,200          | 0,770    | 2,4                   | 1,04        | 0,5                     | 1,04         | 1,242                  | 7                 | 13               | 0,51                                 | 7                   | 15                 | 0,46                                 | 53 | 33 | 1,60              | ii MALO !!                 | 0,571                    | OK |
| X8   | 2    | 0,200          | 0,650    | 2,4                   | 0,61        | 0,62                    | 0,56         | 0,515                  | 4                 | 13               | 0,32                                 | 5                   | 15                 | 0,32                                 | 34 | 33 | 1,02              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X9   | 1    | 0,200          | 3,450    | 2,4                   | 8,56        | 0,6                     | 2,2          | 2,241                  | 3                 | 17               | 0,19                                 | 12                  | 15                 | 0,85                                 | 17 | 33 | 0,51              | OK                         | OK                       |    |
| X10  | 1    | 0,200          | 1,100    | 2,4                   | 3,7         | 1,41                    | 0,37         | 0,179                  | 2                 | 16               | 0,10                                 | 17                  | 15                 | 1,15                                 | 24 | 33 | 0,74              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X11  | 2    | 0,200          | 3,450    | 0,53                  | 3,92        | 0,39                    | 1,85         | 1,333                  | 3                 | 18               | 0,15                                 | 6                   | 15                 | 0,38                                 | 8  | 33 | 0,25              | OK                         | OK                       |    |
| X12  | 2    | 0,200          | 0,750    | 1,87                  | 0,97        | 1,21                    | 0,84         | 0,58                   | 6                 | 14               | 0,41                                 | 6                   | 15                 | 0,44                                 | 34 | 33 | 1,02              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X13  | 2    | 0,200          | 1,100    | 1,87                  | 2,22        | 0,99                    | 1            | 1,21                   | 5                 | 13               | 0,34                                 | 10                  | 15                 | 0,68                                 | 34 | 33 | 1,03              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X14  | 2    | 0,200          | 0,800    | 2,4                   | 1,95        | 1,17                    | 0,83         | 0,5                    | 5                 | 15               | 0,35                                 | 12                  | 15                 | 0,84                                 | 34 | 33 | 1,02              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X15  | 1    | 0,200          | 9,300    | 0,53                  | 20,93       | 4,52                    | 7,62         | 12,993                 | 4                 | 18               | 0,23                                 | 11                  | 15                 | 0,75                                 | 16 | 33 | 0,49              | OK                         | OK                       |    |
| X16  | 1    | 0,200          | 1,650    | 1,87                  | 4,37        | 1,5                     | 1,75         | 1,467                  | 5                 | 16               | 0,33                                 | 13                  | 15                 | 0,89                                 | 28 | 33 | 0,84              | OK                         | OK                       |    |
| X17  | 1    | 0,200          | 6,450    | 0,87                  | 15,02       | 2,59                    | 5,83         | 9,368                  | 5                 | 17               | 0,26                                 | 12                  | 15                 | 0,78                                 | 18 | 33 | 0,54              | OK                         | OK                       |    |
| X18  | 1    | 0,200          | 0,600    | 1                     | 2,26        | 0,57                    | 0,84         | 0,295                  | 7                 | 16               | 0,45                                 | 19                  | 15                 | 1,26                                 | 39 | 33 | 1,19              | ii MALO !!                 | OK                       | OK |
| X19  | 1    | 0,200          | 4,950    | 1                     | 10,89       | 1,75                    | 4,85         | 4,567                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 11                  | 15                 | 0,73                                 | 16 | 33 | 0,49              |                            | OK                       | OK |
| X20  | 2    | 0,200          | 9,300    | 0,53                  | 9,73        | 1,24                    | 2,52         | 3,395                  | 1                 | 18               | 0,08                                 | 5                   | 15                 | 0,35                                 | 7  | 33 | 0,20              | OK                         | OK                       |    |
| X21  | 2    | 0,200          | 1,650    | 1,87                  | 1,82        | 0,57                    | 0,81         | 0,596                  | 2                 | 16               | 0,15                                 | 6                   | 15                 | 0,37                                 | 11 | 33 | 0,34              | OK                         | OK                       |    |
| X22  | 2    | 0,200          | 0,600    | 1,87                  | 0,94        | 0,07                    | 0,32         | 0,292                  | 3                 | 13               | 0,20                                 | 8                   | 15                 | 0,53                                 | 25 | 33 | 0,76              | OK                         | OK                       |    |
| X23  | 2    | 0,200          | 4,950    | 1,87                  | 5,28        | 0,79                    | 1,36         | 1,688                  | 1                 | 17               | 0,08                                 | 5                   | 15                 | 0,36                                 | 7  | 33 | 0,22              | OK                         | OK                       |    |

**Fig. C-2 Diseño Muros Albañilería Botton X**



| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |              |                        | SIN INSPECCIÓN    |                  |                                      |                     |                    |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |   |                       |                                      |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|--------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|---|-----------------------|--------------------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t) | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                   |                            |                          | FLEXO-COMPRESIÓN  |                       |                                      |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          | SIGMAtrab<br>(t/m2)   | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |
|      |      |                |          |                       |             |                         |              |                        |                   |                  |                                      |                     |                    |                                      |                   |                            |                          |   |                       |                                      |
| Y1   | 0    | 0,200          | 3,300    | 1,4                   | 5,71        | 2,09                    | 2,42         | 0,285                  | 4                 | 18               | 0,20                                 | 9                   | 15                 | 0,58                                 | 11                | 33                         | 0,34                     | ii MALO !!<br>ii MALO !!<br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br><br>< |                       |                                      |

Fig. C-3 Diseño Muros Albañilería Top Y

**"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"**

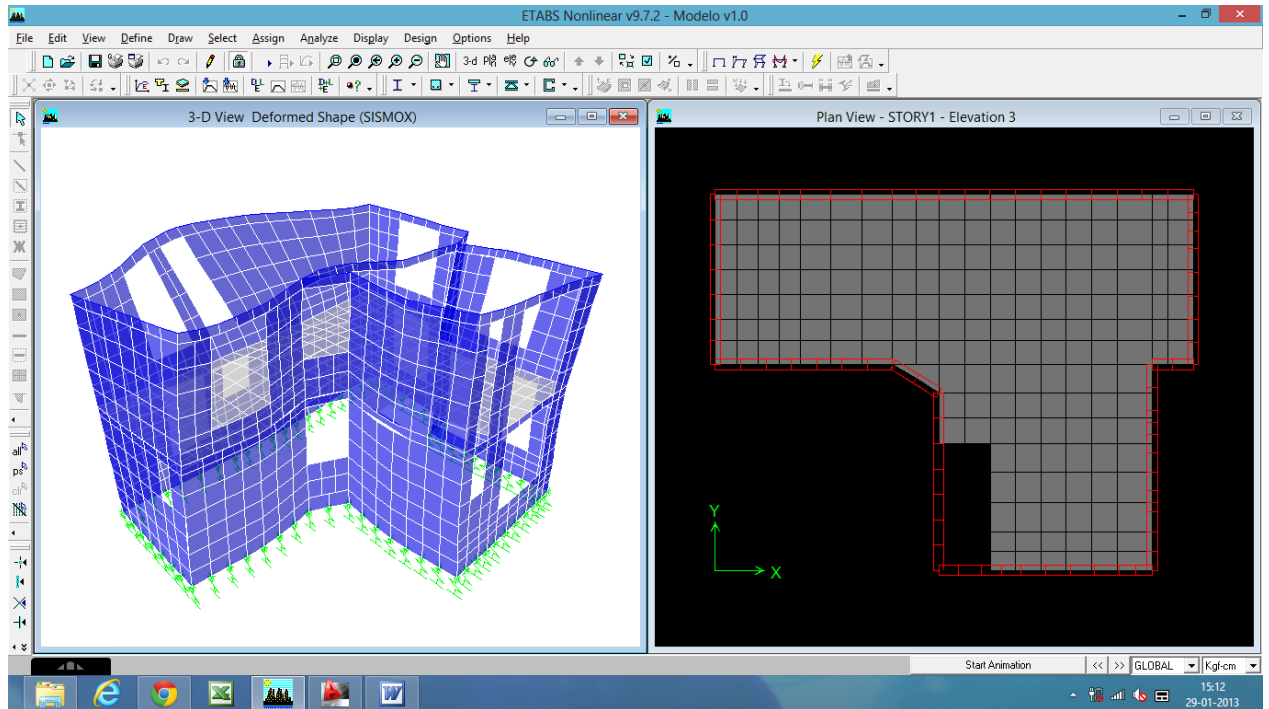
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

| MURO | PISO | fm' = 1,50 Mpa |          |                       | Nest<br>(t) | Factor Alb. Armada 1,00 |                       |                        | SIN INSPECCION    |                  |                                      |                     |                    |                                      | FLEXO-COMPRESIÓN    |                       |                                      | AVISO<br>PROBLEMA | Fe(N-)<br>(cm2)<br>flexion | Fe c<br>(cm2/m)<br>corte |
|------|------|----------------|----------|-----------------------|-------------|-------------------------|-----------------------|------------------------|-------------------|------------------|--------------------------------------|---------------------|--------------------|--------------------------------------|---------------------|-----------------------|--------------------------------------|-------------------|----------------------------|--------------------------|
|      |      | Bmin<br>(m)    | D<br>(m) | altura<br>muro<br>(m) |             | Nsis<br>(t)<br>70,0%    | V sis<br>(t)<br>70,0% | M sis<br>(tm)<br>70,0% | CORTE             |                  |                                      | COMPRESIÓN ESTÁTICA |                    |                                      |                     |                       |                                      |                   |                            |                          |
|      |      |                |          |                       |             |                         |                       |                        | TAUtrab<br>(t/m2) | TAUadm<br>(t/m2) | τ <sub>trab</sub> / τ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> | SIGMAtrab<br>(t/m2) | SIGMAadm ev<br>(t/m2) | σ <sub>trab</sub> / σ <sub>adm</sub> |                   |                            |                          |
| Y1   | 0    | 0,200          | 3,300    | 1,4                   | 7,67        | 2,51                    | 2,47                  | 1,176                  | 4                 | 18               | 0,21                                 | 12                  | 15                 | 0,78                                 | 17                  | 33                    | 0,50                                 | ii MALO !!        | OK                         | OK                       |
| Y2   | 0    | 0,200          | 0,470    | 1                     | 1,1         | 0,4                     | 0,31                  | 0,041                  | 3                 | 17               | 0,19                                 | 12                  | 15                 | 0,78                                 | 19                  | 33                    | 0,56                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y3   | 0    | 0,200          | 2,430    | 1                     | 4,77        | 1,71                    | 2,05                  | 0,822                  | 4                 | 18               | 0,24                                 | 10                  | 15                 | 0,66                                 | 15                  | 33                    | 0,46                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y4   | 0    | 0,200          | 3,300    | 2,4                   | 3,67        | 1,38                    | 1,71                  | 1,447                  | 3                 | 17               | 0,15                                 | 6                   | 15                 | 0,38                                 | 10                  | 33                    | 0,30                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y5   | 0    | 0,200          | 3,450    | 2,4                   | 8,12        | 1,37                    | 2,31                  | 3,645                  | 3                 | 16               | 0,21                                 | 12                  | 15                 | 0,81                                 | 20                  | 33                    | 0,59                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y6   | 0    | 0,200          | 3,450    | 2,4                   | 4,53        | 1,43                    | 1,66                  | 3,576                  | 2                 | 15               | 0,16                                 | 7                   | 15                 | 0,45                                 | 14                  | 33                    | 0,43                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y7   | 0    | 0,200          | 2,650    | 0,53                  | 6,73        | 1,5                     | 4,48                  | 1,266                  | 8                 | 18               | 0,47                                 | 13                  | 15                 | 0,85                                 | 18                  | 33                    | 0,56                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y8   | 0    | 0,200          | 0,900    | 1,87                  | 1,86        | 2,25                    | 1,58                  | 0,797                  | 9                 | 16               | 0,56                                 | 10                  | 15                 | 0,70                                 | 40                  | 33                    | 1,20                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y9   | 0    | 0,200          | 1,100    | 1,87                  | 4,44        | 2,18                    | 2,8                   | 2,148                  | 13                | 15               | 0,85                                 | 20                  | 15                 | 1,36                                 | 64                  | 33                    | 1,94                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y10  | 0    | 0,200          | 4,000    | 0,53                  | 3,61        | 3,71                    | 2,3                   | 2,235                  | 3                 | 17               | 0,17                                 | 5                   | 15                 | 0,30                                 | 11                  | 33                    | 0,32                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y11  | 0    | 0,200          | 1,320    | 1,87                  | 2,13        | 0,5                     | 0,26                  | 0,439                  | 1                 | 13               | 0,07                                 | 8                   | 15                 | 0,54                                 | 15                  | 33                    | 0,44                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y12  | 0    | 0,200          | 1,120    | 1,87                  | 1,31        | 2,68                    | 1,57                  | 1,197                  | 7                 | 15               | 0,47                                 | 6                   | 15                 | 0,39                                 | 34                  | 33                    | 1,03                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y13  | 0    | 0,200          | 3,300    | 0,53                  | 7,41        | 3,1                     | 3,31                  | 1,345                  | 5                 | 18               | 0,28                                 | 11                  | 15                 | 0,75                                 | 17                  | 33                    | 0,52                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y14  | 0    | 0,200          | 0,870    | 1,87                  | 2,95        | 3,14                    | 1,75                  | 1,144                  | 10                | 15               | 0,69                                 | 17                  | 15                 | 1,14                                 | 61                  | 33                    | 1,85                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y15  | 0    | 0,200          | 1,050    | 1,87                  | 3,43        | 0,63                    | 1,58                  | 1,065                  | 8                 | 15               | 0,49                                 | 16                  | 15                 | 1,10                                 | 39                  | 33                    | 1,17                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y16  | 0    | 0,200          | 3,300    | 0,53                  | 3,34        | 2,02                    | 1,4                   | 1,461                  | 2                 | 17               | 0,13                                 | 5                   | 15                 | 0,34                                 | 10                  | 33                    | 0,30                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y17  | 0    | 0,200          | 0,870    | 1,87                  | 1,56        | 1,74                    | 0,62                  | 0,279                  | 4                 | 16               | 0,22                                 | 9                   | 15                 | 0,61                                 | 24                  | 33                    | 0,72                                 |                   | OK                         | OK                       |
| Y18  | 0    | 0,200          | 1,050    | 1,87                  | 1,16        | 0,26                    | 0,42                  | 0,247                  | 2                 | 16               | 0,13                                 | 6                   | 15                 | 0,37                                 | 11                  | 33                    | 0,34                                 |                   | OK                         | OK                       |

**Fig. C-4 Diseño Muros Albañilería Botton Y**

**ANEXO D**  
**DEFORMADA DE LA ESTRUCTURA**

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**

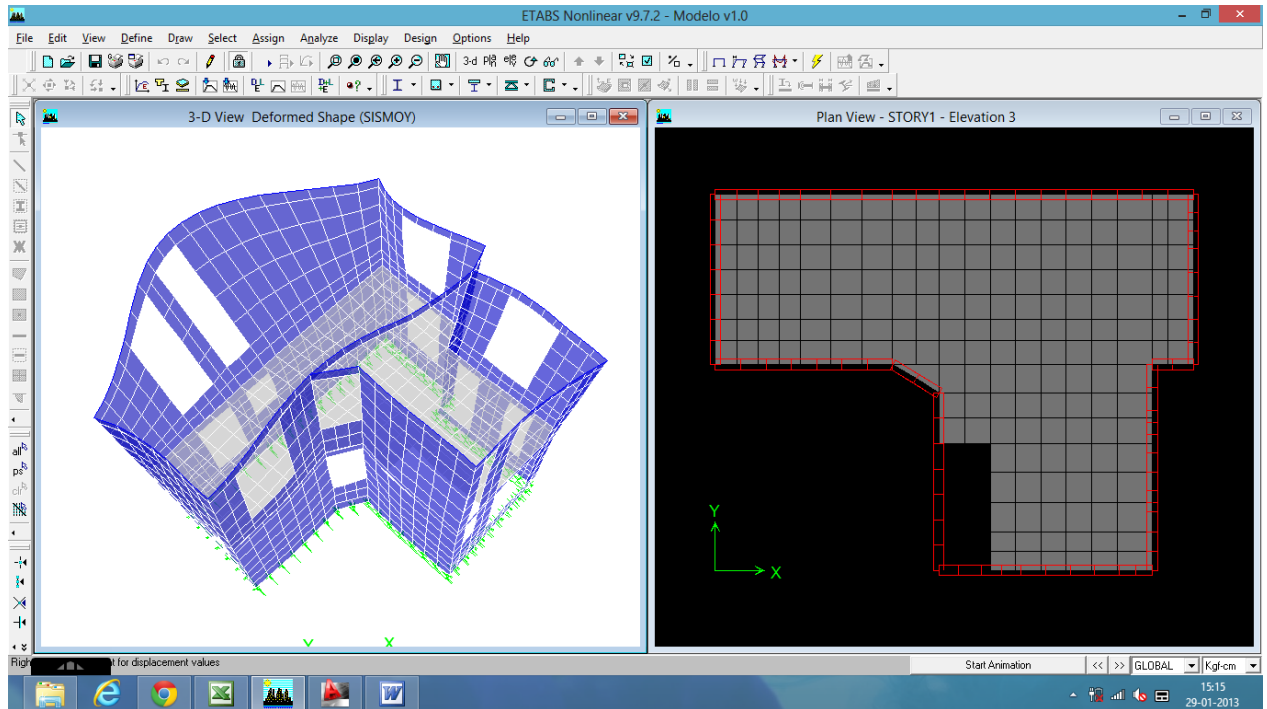


**Fig. D-1 Deformada de la Estructura Sismo X**

**TABLA D-1 Deformación Máxima Sismo X, en cm.**

| Story    | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ      |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|---------|
| STORY1-1 | 455   | SISMOX | 0,1746 | 0,0643 | 0,0168 | 0,00003 | 0,00037 | 0,00027 |

**“DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR”**  
**INFORME INGENIERÍA DE DETALLES**



**Fig. D-2 Deformada de la Estructura Sismo Y**

**TABLA D-2 Deformación Máxima sismo Y, en cm.**

| Story    | Point | Load   | UX     | UY     | UZ     | RX      | RY      | RZ     |
|----------|-------|--------|--------|--------|--------|---------|---------|--------|
| STORY1-1 | 434   | SISMOY | 0,0513 | 0,4777 | 0,0222 | 0,00165 | 0,00008 | 0,0001 |

**ANEXO E**  
**DISEÑO DE CERCHA TIPO**

## DISEÑO DE CERCHA TIPO

Toda la estructura de techo se realiza con madera ROBLE, de Grado Estructural N°4. Los esfuerzos se calculan haciendo un modelo bidimensional contenido en su plano y las cargas admisibles se determinan según la norma NCh 1198 of 2006.

Los resultados de carga de la cercha tipo, son analizados calculando la envolvente de cargas normal y eventual, siendo la normal la suma del peso propio y la sobrecarga, y la eventual la suma de las cargas de viento, montaje y peso propio.

**El detalle de cada carga es el siguiente:**

- Peso propio (PP):  $130 \text{ kg/m}^2$
- Sobrecarga de Uso (SC):  $30 \text{ kg/m}^2$
- Montaje (M):  $100 \text{ kg}$
- Viento barlovento:  $1.2 * (\sin 22 - 0.4) * 75 = -2.29 \text{ kg/m}^2$
- Viento sotavento:  $-0.4 * 75 = -30 \text{ kg/m}^2$

**Combinaciones de carga:**

- Env Normal: PP + SC
- Env Eventual 1: PP + M1
- Env Eventual 2: PP + M2
- Env Eventual 3: PP + M3
- Env Eventual 4: PP + Vbarlovento + Vsotavento

### ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 1198 Of 2006)

OBRA:

ITEM:

|  |   |
|--|---|
| Datos Generales  |   |
| Lugar de Servicio  | Santiago  |
| Madera   | Roble   |
| Grado Resistente   | N° 4  |
| Tipo de uniones  | Clavos  |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3) |   |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal (10 AÑOS)   | <input type="checkbox"/> Carga Eventual (1 DÍA) |

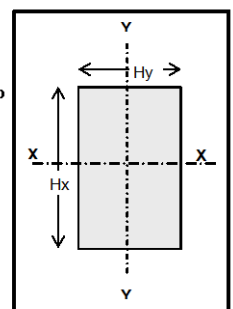
| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |      |       |       |
|--|------|-------|-------|
|  |      | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_t$                                    | 11   | 0,96  | 0,977 |
| $F_{tp}$                                 | 6,6  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 8,3  | 0,96  | 0,977 |
| $E_t$                                    | 7900 | 0,97  | 1,000 |
| $E_{f,dis} = 76661,6 \text{ kg/cm}^2$    |      |       |       |

Definidas por el Usuario

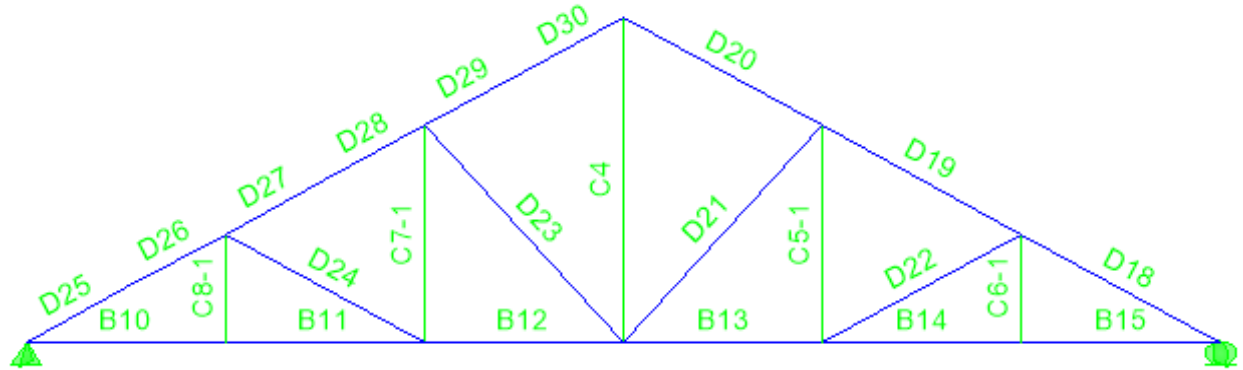
|  |             |
|--|-------------|
|  | Temperatura |
|  | Humedad     |

Según Lugar

|       |             |
|-------|-------------|
| 13,9° | T° Servicio |
| 14%   | H. Equil.   |



Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm



**Figura 1; Identificación de elementos en cercha**

**Tabla 1 Cálculo de Cerchas Envolvente Normal**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión<br>Lx<br>(cm) | Flexión<br>Ly<br>(cm) | Flexión<br>La<br>(cm) | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|--------------------------|-----------------------|-----------------------|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -775,1        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,34 | 0,21 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -667,09       | -737,028       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,12 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -632,29       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,28 | 0,19 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08                    | 40                    | 40                    | -472,75       | 1060,46        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,21 | 0,17 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -507,55       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,22 | 0,19 | OK | 8         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -667,09       | -1188,97       | 2285         | 1766         | 6229            | 0,29 | 0,19 | OK | 10        |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16                   | 40                    | 40                    | -809,9        | 1286,43        | 2285         | 1766         | 6229            | 0,35 | 0,21 | OK | 12        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08                   | 132,08                | 132,08                | -217,43       | 0              | 401          | 1155         | 2526            | 0,54 | 0,00 | OK | 4         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16                   | 102,16                | 102,16                | -144,31       | 0              | 601          | 1155         | 2526            | 0,24 | 0,00 | OK | 3         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 559,14        | 96,994         | 1159         | 1766         | 6229            | 0,32 | 0,02 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90                       | 90                    | 90                    | 686,28        | 665,999        | 1159         | 1766         | 6229            | 0,39 | 0,11 | OK | 10        |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7                     | 96,7                  | 96,7                  | 73,36         | 0              | 651          | 1155         | 2526            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3                     | 48,3                  | 48,3                  | -13,72        | 0              | 1295         | 1155         | 2526            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145                      | 145                   | 145                   | 320,74        | 0              | 342          | 1155         | 2526            | 0,28 | 0,00 | OK | 5         |



**Tabla 2 Cálculo de Cerchas Envolvente 1**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -781,25       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,34 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -705,67       | 2904,64        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,34 | OK | 10        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -580,28       | -1380,01       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,16 | OK | 9         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -552          | -774,177       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -429,01       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -400,73       | 957,557        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 6         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -429,98       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,14 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -559,51       | -960,225       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,11 | OK | 8         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -675,16       | 1050,51        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,12 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -187,76       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,28 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -196,72       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,46 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,51       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -116,8        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 648,92        | 658,396        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 483,51        | 63,829         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 469,73        | 81,264         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 572,63        | 554,046        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,07 | OK | 8         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -13,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 94,58         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,45         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,41        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 275,09        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 4         |

**Tabla 3 Cálculo de Cerchas Envolvente 2**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -822,75       | 777,165        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,09 | OK | 12        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -794,48       | -1134,96       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,27 | 0,13 | OK | 12        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -678,14       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,26 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -602,55       | 2217,41        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,26 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -468,72       | -1619,5        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,19 | OK | 7         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -440,45       | 603,609        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,07 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -465,18       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -594,46       | -944,758       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -709,42       | 1060,62        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,13 | OK | 10        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -171,69       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,26 | 0,00 | OK | 3         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -254,46       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,60 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,13       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,96       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,18 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 705,19        | 693,752        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,29 | 0,08 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 553,93        | 101,802        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 500,55        | 86,525         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,01 | OK | 7         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 602,71        | 579,853        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -14,29        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 86,46         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,06 | 0,00 | OK | 2         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,16         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -11,92        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 317,69        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,20 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 4 Cálculo de Cerchas Envolvente 3**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -774,49       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,14 | OK | 11        |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -746,21       | 1185,02        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,14 | OK | 11        |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -668,8        | -319,247       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,04 | OK | 10        |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -640,53       | -1806,17       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,21 | OK | 9         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -528,49       | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,32 | OK | 8         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -452,9        | 2691,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,32 | OK | 7         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -500,31       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,11 | OK | 7         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -629,56       | -945,376       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,21 | 0,11 | OK | 9         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -743,58       | 1072,61        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,25 | 0,13 | OK | 11        |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -99,55        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,15 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -234,37       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,55 | 0,00 | OK | 4         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -176,26       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -114,77       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 658,89        | 616,023        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,28 | 0,07 | OK | 10        |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 571,19        | 120,106        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,24 | 0,01 | OK | 8         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 531,59        | 87,395         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,22 | 0,01 | OK | 8         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 632,7         | 606,475        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,26 | 0,07 | OK | 9         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,35        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 51,19         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 59,02         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -12,51        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 303,01        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,19 | 0,00 | OK | 5         |

**Tabla 5 Cálculo de Cerchas Envolvente 4**

| ID ELTO | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | N° Clavos |
|---------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|
|         |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |
| D25     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -596,82       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,12 | OK | 9         |
| D26     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -568,54       | 1016,49        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,12 | OK | 8         |
| D27     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -481,76       | -596,56        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,07 | OK | 7         |
| D28     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -453,49       | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,15 | 0,11 | OK | 7         |
| D29     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -353,6        | -958,878       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,11 | OK | 5         |
| D30     | 3,8            | 10,16          | 51,08      | 40         | 40         |  | -325,33       | 835,333        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,11 | 0,10 | OK | 5         |
| D20     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -359,68       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,12 | 0,08 | OK | 6         |
| D19     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -467,61       | -669,281       | 2967         | 2396         | 8452            | 0,16 | 0,08 | OK | 7         |
| D18     | 3,8            | 10,16          | 102,16     | 40         | 40         |  | -564,03       | 771,406        | 2967         | 2396         | 8452            | 0,19 | 0,09 | OK | 8         |
| D24     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -115,03       | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,17 | 0,00 | OK | 2         |
| D23     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -173,05       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,41 | 0,00 | OK | 3         |
| D21     | 3,8            | 6,3            | 132,08     | 132,08     | 132,08     |  | -124,88       | 0              | 427          | 1567         | 3427            | 0,29 | 0,00 | OK | 2         |
| D22     | 3,8            | 6,3            | 102,16     | 102,16     | 102,16     |  | -80,27        | 0              | 660          | 1567         | 3427            | 0,12 | 0,00 | OK | 2         |
| B10     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B11     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 544,38        | 514,086        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,23 | 0,06 | OK | 8         |
| B12     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 443,04        | 71,765         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,18 | 0,01 | OK | 7         |
| B13     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 410,21        | 63,474         | 1299         | 2396         | 8452            | 0,17 | 0,01 | OK | 6         |
| B14     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| B15     | 3,8            | 10,16          | 90         | 90         | 90         |  | 480,93        | 455,855        | 1299         | 2396         | 8452            | 0,20 | 0,05 | OK | 7         |
| C8-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -10,63        | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C7-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 58,44         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,04 | 0,00 | OK | 1         |
| C5-1    | 3,8            | 6,3            | 96,7       | 96,7       | 96,7       |  | 41,53         | 0              | 721          | 1567         | 3427            | 0,03 | 0,00 | OK | 1         |
| C6-1    | 3,8            | 6,3            | 48,3       | 48,3       | 48,3       |  | -9,42         | 0              | 1640         | 1567         | 3427            | 0,01 | 0,00 | OK | 1         |
| C4      | 3,8            | 6,3            | 145        | 145        | 145        |  | 219,77        | 0              | 362          | 1567         | 3427            | 0,14 | 0,00 | OK | 4         |

**ANEXO F**  
**DISEÑO DE VIGA DE ENTREPISO**

"DISEÑO ESTRUCTURAL PROYECTO VIVIENDA UNIFAMILIAR"

INFORME INGENIERÍA DE DETALLES

**ESFUERZOS ADMISIBLES PARA MADERA (NCh 11980/2006)**

**OBRA:** Nuñez de Arce

**ITEM:** Diseño Viga Piso

| Datos Generales  |          |
|--|----------|
| Lugar de Servicio  | Santiago |
| Madera   | Roble    |
| Grado Resistente   | Nº 2     |
| Tipo de uniones  | Clavos   |
| <input type="checkbox"/> Trabajo Conjunto en Flexión (6.1.3)   |          |
| <input checked="" type="checkbox"/> Carga Normal (10 AÑOS) <input type="checkbox"/> Carga Eventual (1 DÍA) |          |

| Tensiones Básicas (MPa) y F.M. Generales |       |       |       |
|--|-------|-------|-------|
|  |       | $K_H$ | $K_D$ |
| $F_f$                                    | 17    | 0,96  | 0,977 |
| $F_{fp}$                                 | 10,2  | 0,96  | 0,977 |
| $F_{cp}$                                 | 13    | 0,96  | 0,977 |
| $E_f$                                    | 10600 | 0,97  | 1,000 |

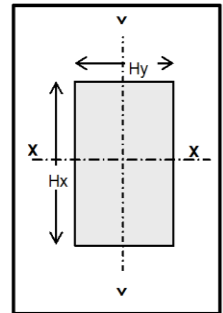
**$E_f, dis = 102862,4 \text{ kg/cm}^2$**

Definidas por el Usuario

|             |
|-------------|
| Temperatura |
| Humedad     |

Según Lugar

13,9° T° Servicio  
14% H. Equil.



**Unión clavada: clavos 4". Cizalle en 2 planos, penetración 12,5 mm**

| ID ELTO   | hy (B)<br>(cm) | hx (H)<br>(cm) | Compresión |            | Flexión    |  | P ó T<br>(kg) | Mxx<br>(kg*cm) | Padm<br>(kg) | Tadm<br>(kg) | Madm<br>(kg*cm) | P/Pa | M/Ma | FU | Nº Clavos | Observaciones |
|-----------|----------------|----------------|------------|------------|------------|--|---------------|----------------|--------------|--------------|-----------------|------|------|----|-----------|---------------|
|           |                |                | Lx<br>(cm) | Ly<br>(cm) | La<br>(cm) |  |               |                |              |              |                 |      |      |    |           |               |
| viga piso | 5,08           | 20,32          | 415        | 40         | 40         |  | 0             | 27556          | 5506         | 6756         | 47665           | 0,00 | 0,58 | OK | 0         |               |

**Fig. E Diseño Viga de Entrepiso**